

Propuestas para mejorar la adopción y apropiación de las tecnologías *smart grid* en
Colombia por parte del público

Daniel Felipe Díaz Toro
dfdiazt@eafit.edu.co

Trabajo de grado para optar al título de
Magíster en Administración – MBA

Asesores
Temático: M. Sc. Jairo León García
Metodológico: Ph. D. Gina María Giraldo Hernández

Universidad EAFIT
Escuela de administración
Maestría en Administración – MBA
Medellín
2018

Contenido

Introducción.....	9
1. Objetivos	10
1.1 Objetivo general.....	10
1.2 Objetivos específicos	10
2. Planteamiento del problema.....	11
2.1 Definición de la pregunta investigativa	16
2.2 Justificación de la solución en términos del MBA	16
3. Marco teórico	17
3.1 <i>Smart grid</i> o red inteligente (SG)	17
3.2 <i>Smart meter</i> o medidor inteligente (SM)	17
3.3 Generación distribuida.....	17
3.4 Respuesta a la demanda	18
3.5 El concepto de gestión tecnológica.....	18
3.5.1 Gestión tecnológica.....	19
3.5.2 Proceso de gestión tecnológica	19
3.5.3 Funciones del proceso de gestión tecnológica	20
4. Materiales y metodología.....	24
4.1 Materiales.....	24
4.2 Metodología	24
5. Desarrollo del proyecto	25
5.1 Vigilancia tecnológica sobre el rechazo del público a los proyectos de SG ejecutados en el mundo.....	25
5.1.1 Revisión de artículos científicos	28
5.2 Vigilancia tecnológica sobre las soluciones y aplicaciones que han permitido mejorar la aceptación del público para las SG en el mundo, y todos los elementos tecnológicos que estas redes incorporan	40
5.2.1 Revisión de artículos científicos	44
5.3 Propuestas con base en las teorías de adopción y apropiación de tecnología que permitan una mayor participación de los usuarios en el despliegue de las SG en Colombia	58
5.3.1 Teoría de la difusión de innovaciones (IDT)	58
5.3.2 Teoría de la acción razonada (TRA)	61
5.3.3 Teoría cognitiva social (SCT)	62
5.3.4 Teoría del comportamiento planeado (TPB).....	62
5.3.5 Modelo de aceptación de la tecnología (TAM).....	63
5.3.6 Modelo de aceptación tecnológica 2 (TAM 2)	63
5.3.7 Modelo C-TAM-TPB.....	64
5.3.8 Modelo TAM 3	65
5.3.9 Teoría descompuesta del comportamiento planeado (DTPB).....	65

5.3.10 Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT).....	66
5.4 Modelo TAM	67
6. Conclusiones y recomendaciones	78
7. Referencias.....	80

Índice de figuras

Figura 1. Resultados para el término de búsqueda “ <i>smart meter problems</i> ” y ubicación geográfica	26
Figura 2. Resultados de las patentes para el término de búsqueda “ <i>smart grids AND trouble acceptance</i> ”	26
Figura 3. Resultados de las patentes para el términos de búsqueda “ <i>smart meter AND trouble acceptance</i> ”	27
Figura 4. Número de publicaciones para el término de búsqueda “ <i>smart grid AND acceptance problems</i> ”	27
Figura 5. Número de publicaciones para el término de búsqueda “ <i>smart meter AND acceptance problems</i> ”	28
Figura 6. Confianza en las <i>utilities</i>	32
Figura 7. Utilidad percibida de las SG	32
Figura 8. Opinión pública de los proyectos verdes con el involucramiento del Gobierno... 34	
Figura 9. Actitud de los encuestados frente a los <i>smart meters</i>	35
Figura 10. Preocupaciones por los <i>smart meters</i>	37
Figura 11. Deseo de aceptar electrodomésticos inteligentes con un incentivo financiero ... 38	
Figura 12. Resultados para el término de búsqueda “ <i>smart grid implementation</i> ”	41
Figura 13. Resultados para el término de búsqueda “ <i>smart grid</i> ”	41
Figura 14. Resultados para el término de búsqueda “ <i>smart meter AND public acceptance</i> ”	42
Figura 15. Resultados para el término de búsqueda “ <i>smart grid AND public acceptance</i> ”	42
Figura 16. Número de publicaciones para el término de búsqueda “ <i>smart grid AND public acceptance</i> ”	43
Figura 17. Número de publicaciones para el término de búsqueda “ <i>smart meter AND public acceptance</i> ”	43
Figura 18. Tablero y accesorios del juego El concepto <i>smart grid</i>	45
Figura 19. Consumo y gestión de la energía en tiempo real en los hogares	46
Figura 20. Participación de los clientes en las SG	46
Figura 21. Ciclo de expectativa de las SG	47
Figura 22. Modelo de aceptación tecnológica responsable (RTAM)	48
Figura 23. Modelo de investigación RITAM	50
Figura 24. Modelo de aceptación para los SM	53
Figura 25. Automatización, comunidad y juego	54
Figura 26. Número de proyectos enfocados en el compromiso del consumidor	55
Figura 27. Actitud de las personas en función de la adopción de innovaciones	60
Figura 28. Teoría de la acción razonada (TRA)	62
Figura 29. Teoría del comportamiento planeado (TPB)	63
Figura 30. Modelo TAM 2	64
Figura 31. Modelo C-TAM-TPB	64

Figura 32. Modelo TAM 3	65
Figura 33. Modelo DTPB	66
Figura 34. Modelo UTAUT.....	67
Figura 35. Modelo TAM	68
Figura 36. Variables externas para la SG que influncian el modelo TAM.....	77

Índice de tablas

Tabla 1. Razones para el rechazo del manejo automático de cargas para los consumidores privados y las empresas	38
Tabla 2. Variables externas del modelo TAM.....	69
Tabla 3. Análisis de las variables externas de la SG y las estrategias para mejorarlas	69

Resumen

Las redes inteligentes o *smart grids* (en adelante SG) se caracterizan por la circulación de energía y de información en forma bidireccional y en tiempo real, e implican la evolución de los sistemas energéticos tradicionales. El despliegue generalizado y adecuado de estas tecnologías en términos de la adaptación, la apropiación y el uso por parte de los usuarios se constituye en una herramienta muy importante para el desarrollo social y económico del mundo y las naciones.

La creciente densificación de las ciudades, la necesidad de atender las crecientes demandas de energía, la problemática del transporte masivo y la gestión de los residuos conduce a que estas redes tomen y adapten tecnologías inteligentes para enfrentar dichos retos.

En ese contexto, este trabajo de grado tiene como objetivo general elaborar propuestas para mejorar la apropiación y el uso de las tecnologías *smart grid* en Colombia por parte del público incorporando experiencias y desarrollos internacionales; y, como objetivos específicos, realizar una vigilancia tecnológica sobre el rechazo del público a los proyectos de SG a nivel global y sobre las soluciones y aplicaciones que han permitido mejorar la aceptación de las SG y de todos los elementos tecnológicos –como los medidores inteligentes, *smart meters*, en adelante SM– que estas redes incorporan. Finalmente, con base en las teorías de la adopción y apropiación de tecnologías, el trabajo formula propuestas que garanticen una mayor participación de los usuarios en el despliegue de las SG en el país.

Palabras claves: *smart grids*, aceptación del público, apropiación tecnológica, vigilancia tecnológica, teorías de adopción tecnológica, medidores inteligentes, soluciones *smart grids*.

Abstract

Smart networks or smart grids are characterized by the circulation of energy and information in bidirectional form and in real time, and involve the evolution of traditional energy systems. The widespread and adequate deployment of these technologies in terms of adaptation, appropriation and use by users, is a very important tool for the social and economic development of the world and nations.

The growing densification of cities, the need to meet the rising demands for energy, the problem of mass transportation and waste disposal management lead these networks to take and adapt smart technologies to meet the challenges.

In this context, this degree project has as a general objective to elaborate proposals to improve the appropriation and use of smart grid technologies in Colombia by the public, incorporating international experiences and developments, and, as specific objectives, to carry out a technological surveillance on the rejection of the public to the smart grid projects at the global level and on the solutions and applications that have allowed to improve the

acceptance of the smart grids and of all the technological elements that these networks incorporate –like the smart meters–. Finally, the study makes proposals, based on the theories of adoption and appropriation of technologies, which guarantee a greater participation of users in the deployment of smart grids in the country.

Keywords: smart grids, public acceptance, technological appropriation, technological surveillance, technology adoption theories, smart meters, smart grids solutions.

Introducción

El propósito de este trabajo de grado es el de presentar propuestas orientadas a mejorar la apropiación de las tecnologías de SG por parte del público en Colombia con base en experiencias internacionales, teniendo presente que la aceptación pública es de vital importancia para lograr un despliegue eficiente y obtener todos los beneficios derivados de la utilización de estas tecnologías, que son una evolución natural de los sistemas eléctricos.

Los fuertes rechazos a este tipo de proyectos que se están presentando actualmente en el mundo resaltan la importancia de este documento, al generar propuestas que puedan facilitar la ejecución de los proyectos futuros de los operadores de red, los generadores, los transmisores, los distribuidores y los comercializadores de energía.

Así, el trabajo presenta inicialmente la situación en estudio y el objetivo general: elaborar propuestas para mejorar la apropiación y el uso de las tecnologías SG en Colombia por parte del público en Colombia. Para desarrollar adecuadamente este objetivo, se llevó a cabo una vigilancia tecnológica sobre el rechazo del público a los proyectos de SG ejecutados en el mundo haciendo un barrido por diferentes países y regiones y utilizando diferentes herramientas de búsqueda de información como patentes, artículos científicos y noticias, cuyos resultados muestran que es una problemática seria que apenas se comienza a prestar atención cuando se despliegan los proyectos.

Seguidamente se presenta una nueva vigilancia tecnológica sobre las soluciones y aplicaciones que han permitido mejorar la aceptación del público para las SG; esta información ayuda a entender cómo los gobiernos, las organizaciones y las empresas prestadoras de servicios han comenzado a trabajar para aprovechar al máximo la participación del público realizando alianzas, estudios por medio de las teorías de adopción y apropiación tecnológica e, incluso, juegos didácticos, para que la aceptación sea mucho más factible y la participación se pueda incentivar.

Más adelante, con base en las teorías de adopción y de apropiación tecnológica, se presentan unas propuestas que faciliten una mayor aceptación de los usuarios en el despliegue de las SG en Colombia. Esta sección tuvo en cuenta los hallazgos de las vigilancias tecnológicas anteriores así como las propuestas realizadas puntualmente para este trabajo, que pueden ayudar a aumentar las probabilidades de éxito cuando se decida realizar a gran escala la incorporación de SG en el país. La información que agrupa los resultados es consolidada en una tabla.

Finalmente, se presentan las conclusiones y las posibilidades de trabajos futuros, y las referencias usadas durante la investigación.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Elaborar propuestas para mejorar la apropiación y el uso de las tecnologías SG en Colombia por parte del público, con base en experiencias internacionales.

1.2 Objetivos específicos

Realizar una vigilancia tecnológica sobre el rechazo del público a los proyectos de las SG ejecutados en el mundo.

Realizar una vigilancia tecnológica sobre las soluciones y aplicaciones que han permitido mejorar la aceptación del público de las SG en el mundo teniendo en cuenta todos los elementos tecnológicos que estas redes incorporan.

Con base en las teorías de adopción y de apropiación tecnológica, formular propuestas que permitan una mayor aceptación de los usuarios en el despliegue de las SG en Colombia.

2. Planteamiento del problema

La necesidad de tener sistemas energéticos limpios, eficientes, confiables, sensibles y resistentes a disturbios ha propiciado el nacimiento de las SG, que integran tecnologías de telecomunicaciones y sistemas de suministro de electricidad aplicando las TIC para hacer más visible y controlable tanto la red convencional como los nuevos elementos de esta. El mejor control proporcionado por las SG estará dado por la alta velocidad, las comunicaciones en dos direcciones, los sensores más efectivos y la coordinación en tiempo real de todos sus elementos.

De esta forma, las SR actuarán como medios para facilitar todas las opciones de generación y almacenamiento, introducir el uso de energías renovables, permitir el desarrollo de nuevos productos, servicios y mercados en el sector eléctrico, optimizar la operación de los elementos de la red para mejorar la confiabilidad y la calidad de servicio, disminuir las pérdidas, gestionar la demanda y mejorar el uso de los activos, anticiparse y responder a las perturbaciones del sistema, resistir ataques y desastres naturales posibilitando un mercado energético más seguro y sostenible, y facilitar la comercialización de energía eléctrica –entre muchos otros beneficios–, que solo se podrán obtener si se logra alcanzar una participación activa de los consumidores involucrando al cliente como un ente dinámico en la gestión eficiente del sistema.

Actualmente, los sistemas eléctricos de muchos países, incluida Colombia, están integrados por un conjunto de centrales de generación, una red de transmisión de alta tensión y un sistema de distribución que abastece a los clientes industriales y residenciales. Esta infraestructura es vulnerable a varias amenazas que comprometen la confiabilidad del sistema –cortes de electricidad o pérdidas no anticipadas de componentes, por ejemplo–, y son controladas mediante sistemas tradicionales como el de mantener una reserva de la capacidad de energía y de los equipos de protección, y unos racionamientos programados.

Para mitigar estos problemas, la introducción de las SR aparece como una alternativa eficiente. Dada la preocupación mundial por las emisiones de carbono que genera el sector eléctrico, la promoción de la generación de energía con recursos renovables intermitentes y la masificación de vehículos eléctricos que se puedan integrar a la red hacen necesaria una infraestructura inteligente; de lo contrario, la confiabilidad del sistema eléctrico estaría más expuesta a nuevos riesgos, y a medida que crezca la población los retos serán mayores.

Las empresas incurren en pérdidas cuando transmiten y distribuyen la energía producida a los consumidores finales, y las SR tienen el potencial de reducirlas. Esta reducción se explica en virtud a que los sistemas de comunicación incorporados permiten monitorear los parámetros de operación de la infraestructura de red por parte de las empresas transmisoras y distribuidoras. En el caso específico de la transmisión de energía, una SR facilita el control de tensión del sistema para mantenerlo en los límites aceptables y minimizar las pérdidas; y en la etapa de distribución se minimizan mediante el control de la tensión en las subestaciones. Además, una SR puede reconfigurarse automáticamente para

minimizar las pérdidas durante el día; esta acción demanda una gran cantidad de sensores y de control en tiempo real (Cordano, 2017).

La instalación de SR puede incrementar la disponibilidad de información más detallada y establecer un sistema de tarifas que permita a los consumidores finales jugar un rol más proactivo, ya que podrían conocer la tarifa de electricidad en tiempo real y, por lo tanto, programar sus consumos.

En relación con la disminución de emisiones de CO₂, se han realizado estudios en el sistema eléctrico de Estados Unidos para calcular la reducción al introducir SR, y se ha encontrado que en los proyectos de SG, en un escenario con baja participación del público, el porcentaje de reducción sería, en 2030, del 5 %; en un escenario más prometedor, la reducción de emisiones de CO₂ sería de 16 % en ese mismo año, debido, en gran medida, al uso de energías renovables en la fase de generación de energía (Cordano, 2017).

Estos y muchos otros beneficios solo pueden obtenerse si el usuario decide participar, ya que es él el que viabiliza la utilización, participa en tiempo real y puede estar dispuesto a compartir información para captar todos los beneficios potenciales.

En relación con los antecedentes de la participación del usuario, se encuentran en la literatura proyectos exitosos como la experiencia en Corea del Sur, cuyo objetivo principal es la modernización de su sistema eléctrico. Este trabajo se realizó priorizando cinco sectores: 1) la red eléctrica: el aumento del número de interconexiones entre los consumidores y las fuentes de abastecimiento; 2) los consumidores: el uso de información en tiempo real y de aparatos inteligentes en el hogar; 3) el transporte: la construcción de infraestructura que permita la carga de los vehículos eléctricos en cualquier lugar; 4) los recursos renovables: la generación autosuficiente de energía con recursos renovables para las ciudades alejadas; y 5) el servicio de electricidad: la implementación de planes tarifarios de ahorro de energía y la puesta en marcha de un sistema de comercio de electricidad en tiempo real.

Para cumplir estos objetivos se trabajó en una plataforma de experimentación en la isla de Jeju, elegida por ser la única provincia autónoma de ese país, tener mayor flexibilidad frente a otras regiones para introducir innovaciones regulatorias y legales, y su gran potencial en energías renovables no convencionales. Hacia 2020 se espera la construcción de SR a lo largo de sus áreas metropolitanas, y hacia 2030 se espera desplegar una SR a escala nacional. La estrategia de Corea del Sur incluye acciones de política y de regulación como la revisión preliminar del marco regulatorio para la creación de industrias y mercados, al igual que la legislación que garantice la estabilidad de los proyectos en el largo plazo.

En relación con los resultados, el país ha visto la creación 47 731 puestos de trabajo por año, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en 233 millones de toneladas, la reducción de las importaciones de energía en USD 41 658 millones, y ha evitado la construcción de nuevas centrales de generación, beneficios que podrían apalancarse mucho más si el usuario aprovechara en mayor escala el potencial que aún existe.

La Unión Europea, por su parte, ha estimado los ahorros generados por el uso de las SR en esta región. El costo de instalar SM es de € 51 millardos y los ahorros en la operación podrían estar entre € 26 y 41 millardos, lo que indica que el primero estaría por encima de

los segundos en un rango de entre € 10 y 25 millardos. Por otro lado, el valor presente de los ahorros producto de la no instalación de capacidad adicional para abastecer la demanda en las horas punta sería de € 67 millardos, en la medida en que los consumidores puedan superar las barreras para adoptar tarifas dinámicas; de lo contrario, los ahorros serían de € 14 millardos, lo que demuestra que estos crecen considerablemente en relación directa con una mayor participación en la gestión y el uso de la energía con base en las tarifas dinámicas por parte de las personas en sus hogares (Herranz Pascual, Díez Gaspon, García Quincoces y González Bordagaray, 2016).

El proyecto europeo UPGRID (sitio web <http://upgrid.eu/>), que busca evaluar el impacto social de una red inteligente, argumenta que se necesita integrar y adaptar los desarrollos hechos en las ciencias humanas y sociales en relación con la comprensión del comportamiento humano y sus motivaciones; esto implica aceptar la dificultad que supone cambiar los pensamientos y comportamientos de los usuarios, y asumir como retos futuros la comprensión, la participación y la protección del consumidor.

Por ejemplo, con las redes eléctricas inteligentes, las estrategias más eficaces y exitosas de información e involucramiento de los consumidores en la conservación de energía son las que incluyen enfoques de mercadeo social, son personalizadas y proporcionan información que se adapta a las necesidades y deseos de los perfiles específicos de los usuarios, para lo cual es útil la segmentación social y las estrategias que proporcionan información sobre el comportamiento de los demás, generando valor para el consumidor y desarrollando nuevas oportunidades de negocio.

La conclusión principal del proyecto UPGRID resalta la dificultad de conseguir la implicación de los consumidores y su participación en la investigación social, que es fundamental para los proyectos de SG y para que los consumidores puedan asumir un rol activo; además, subraya que se requiere mayor investigación y trabajo en la integración de los consumidores finales en los sistemas de energía (Herranz Pascual, Díez Gaspon, García Quincoces y González Bordagaray, 2016).

Otro aspecto destacable es el hecho de que la transición hacia el rol activo de los consumidores es un proceso muy complejo, y que, como todo cambio, conlleva una reacción de resistencia. Además, para que se produzca una variación de comportamiento y, sobre todo, de hábitos, es necesario, en primer lugar, que exista una actitud favorable hacia el objeto de cambio viendo la utilidad y los beneficios que conlleva, cuestiones que no son tan evidentes y visibles para los consumidores que participan en las SG.

En el caso colombiano existe un mapa de ruta para el despliegue de las SG en el que ya se tienen establecidas las metas y objetivos que pretenden una mayor expansión de estas tecnologías en el país para 2050 por medio de los siguientes objetivos estratégicos: un país mucho más formal, con acceso universal; un país más productivo y eficiente, con seguridad y calidad de la energía; un país competitivo, impulsado por un sector energético eficiente y moderno; y un país que trabaje en pro de la sostenibilidad (Colombia, Unidad de Planeación Minera Energética, UPME, s. f.).

El desarrollo conjunto de estos cuatro objetivos permitirá alcanzar de forma indirecta el quinto objetivo, denominado “Un país de oportunidades y progreso social en el tema energético”, el cual, a partir del trabajo para el logro de los primeros cuatro, busca impulsar el desarrollo del bienestar social a través de la promoción y la implementación del conjunto de tecnologías que abarcan las SG (Colombia, Unidad de Planeación Minera Energética, UPME, s. f.).

El camino para alcanzar esta ruta son las SG, y solo será posible si el usuario participa para que las inversiones no sean en vano o con niveles de utilización muy bajos y causen el no cumplimiento de las metas y grandes desilusiones por parte de las compañías y los inversionistas.

En todo el mundo se han estado desarrollado tecnologías y estrategias de implementación de las SG; sin embargo, la barrera más formidable para la adopción es la conciencia del consumidor. Antes de que los consumidores adopten una tecnología nueva y revolucionaria, los proyectos deben ser divulgados y presentados previamente a partir de modelos prácticos. Otra fuente de resistencia de los consumidores es la poca propuesta de valor y la incertidumbre para el financiamiento de las instalaciones, en la que muchas empresas de servicios públicos han estado transfiriendo parte de los costos de inversión y de instalación al consumidor, lo que deja la percepción inicial que la SG hace más costoso el servicio de energía (Carreño y Huepe Minoletti, 2013).

Al igual que la falta de conciencia de los consumidores, las malas relaciones con las compañías eléctricas y de servicios públicos son una barrera sustancial que genera toda gama de problemas a la red inteligente. Un informe de Ernst & Young (2012) sobre la tecnología inteligente encontró que esto era altamente problemático, y muchos consumidores describieron sus relaciones con las empresas de servicios públicos como transaccionales, frías y distantes, en el mejor de los casos, y, en el peor, como hostiles. Los consumidores mostraron irritación con respecto a cuestiones como el servicio al cliente, el contacto limitado con el proveedor, la inercia competitiva y la falta de información clara sobre la facturación y las tarifas.

El despliegue de los SM ha creado grandes cantidades de nuevos datos sobre el consumo, que han producido preocupaciones en relación con la privacidad y la seguridad de los consumidores; sin embargo, estos nuevos datos permitirán a las empresas un análisis adicional sobre el usuario, su comportamiento y actividades. La capacidad de los reguladores y las empresas para controlar y asegurar estos nuevos datos tendrá una gran influencia en la forma en que los consumidores están dispuestos a la transición al nuevo sistema (Joyanes Aguilar, 2013). Los consumidores son escépticos en relación con el manejo de la información por parte de que las empresas de servicios públicos –si se abstendrán de vender sus datos personales a terceros–; adicionalmente, temen que los SM se convertirán en un nuevo lugar de ventas y mercadeo.

La literatura presenta algunas soluciones que pueden aportar una mayor concientización, y es importante analizarlas y conocerlas; por ejemplo, el desarrollo de un juego de SG que incorpora los fundamentos y los personajes de la red inteligente, y se utiliza

para crear conciencia entre el público; y los modelos de adopción tecnológica aplicados para ayudar a que se conozca el entorno mucho antes de realizar las inversiones, por ejemplo, en los SM.

En relación con la importancia de la participación de los usuarios en Estados Unidos, se ve lo siguiente:

- “Más del 80 % de los consumidores están interesados en aprender cómo reducir sus costos de energía, pero menos de la mitad quiere aprender más sobre la SG” (Herold, 2011).
- “Es probable que solo el 15-20 % de los consumidores se inscriban en programas de respuesta a la demanda; y el 5 % no quiere que los servicios públicos controlen los sistemas en su hogar, sin importar el potencial de ahorro” (Herold y Hertzog, 2015).
- “El 79 % de los consumidores estadounidenses no está familiarizado con el término *smart grid*” (General Electric, 2016).
- “El 4 % de los consumidores estadounidenses ha oído hablar de la red inteligente o tiene una comprensión de cómo lo afecta” (General Electric, 2016).
- “El 45 % de los estadounidenses informados ha expresado su preocupación acerca de los retos potenciales para los proyectos de SG y su implementación” (General Electric, 2016).

Para lograr la aceptación social, estos resultados negativos pueden ser equilibrados contrastándolos con los resultados positivos causados por las SG: la reducción de los gases de efecto invernadero, la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles, los beneficios económicos, la seguridad del suministro de energía y la compensación monetaria (Devine-Wright, 2014).

En la medida en que los consumidores puedan ser educados sobre la red inteligente y sus beneficios y se les proporcionen servicios con dispositivos inteligentes simples y compatibles que aumenten su control mientras protegen su privacidad, probablemente comiencen a aceptar la nueva tecnología SG. Este es uno de los mayores retos para avanzar en el despliegue y evolución de estas tecnologías; sin embargo, estas ya existen y sus costos cada día se reducen más, pero el usuario decide no participar, lo que hace resaltar el propósito de este trabajo de grado: identificar casos exitosos y no exitosos en el mundo que puedan replicarse en Colombia para mejorar la apropiación de estas tecnologías por parte de los usuarios.

Colombia, actualmente, se encuentra en el despliegue de muchas soluciones y tecnologías SG aunque de manera desarticulada, lo que demuestra que es esencial conocer la literatura internacional sobre experiencias exitosas y no exitosas en relación con la aceptación de estas tecnologías por parte del público. Así, es imperativo formular e implementar estrategias para promover la aceptación de los usuarios en relación con el despliegue de estas soluciones a gran escala y evitar el fracaso o grandes inversiones que no generen los beneficios esperados, como ya ha sucedido en el mundo.

2.1 Definición de la pregunta investigativa

¿Cómo puede incentivarse la participación del público en las SG en Colombia?

2.2 Justificación de la solución en términos del MBA

El MBA de la Universidad EAFIT aporta conocimientos específicos en las áreas de gestión de la organización que pueden ser aplicados al sector tecnológico, y sus herramientas permiten formar en competencias para agenciar situaciones de negocio en un sector en constante y rápida evolución como lo es el de la tecnología.

El sector de las TIC ha sido el factor clave del crecimiento de la productividad durante las últimas décadas, y hoy se está configurando no solo como un motor de desarrollo, sino también como un elemento dinamizador clave en la transformación de las organizaciones.

Actualmente, está surgiendo en el sector eléctrico una fuente ilimitada de tecnologías que imponen a las organizaciones el gran reto de cómo incorporarlas para transformar los procesos, lograr una apropiación tecnológica acertada por parte de los usuarios para obtener todos los beneficios, y desarrollar nuevos modelos de negocio para crear ventajas competitivas sostenibles. De este modo, se demuestra la importancia del MBA en este trabajo de grado, al brindar las herramientas y las capacidades para liderar y entender las organizaciones innovadoras, que compiten cada vez más en el mercado mundial de los sectores energético y tecnológico.

3. Marco teórico

El campo de la administración que se va a estudiar para entender la aceptación del público ante la llegada de las SG es el de la gestión tecnológica y los múltiples conceptos asociados a ella, teniendo presente que las tecnologías, los desarrollos y la regulación comienzan a aparecer en el mundo, pero el usuario no ha decidido tener una participación activa en el uso de estas tecnologías y, por lo tanto, no se han logrado alcanzar todos los beneficios que estas redes incorporan. Es importante, inicialmente, mostrar algunas de las definiciones que ilustran este propósito.

3.1 *Smart grid* o red inteligente (SG)

El término *smart grid* se utiliza para referirse a las redes de distribución eléctrica inteligentes. La red inteligente se define así, porque son redes donde la electricidad no solo va en un sentido, sino que es bidireccional. Ahora, las viviendas y las empresas en un momento dado pueden convertirse, además, en pequeños productores de electricidad y no solo en consumidores [llamados “prosumidores”] (Endesa Educa, 2014).

3.2 *Smart meter* o medidor inteligente (SM)

Dispositivo que recopila información y mediciones avanzadas sobre el consumo de energía en un predio y la envía de forma segura a un concentrador ofreciendo más y mejores servicios (Codensa, 2017). Esta tecnología es esencial para el desarrollo de las SG, ya que permite la comunicación e interacción del usuario en tiempo real con el sistema y la consecución de beneficios económicos, ambientales, culturales y sociales.

3.3 Generación distribuida

Según la Agencia Internacional de la Energía (2016), es la producción de energía en las instalaciones de los consumidores o en las instalaciones de la empresa distribuidora que es suministrada directamente a la red de distribución en baja tensión. Se asocia a tecnologías como motores, microturbinas generadoras, energía solar fotovoltaica y almacenamiento de energía eléctrica, entre otras.

3.4 Respuesta a la demanda

Son los cambios deliberados en el consumo de energía eléctrica del consumidor con respecto a un patrón usual de consumo, en respuesta a señales de precios o incentivos (Baratto Callejas, 2010). A través de los SM, las SG pueden hacer que la demanda responda a los incentivos de precio o a los sociales para alcanzar beneficios ambientales, económicos e, incluso, de seguridad para el sistema energético.

3.5 El concepto de gestión tecnológica

Antes de definir la gestión tecnológica, es conveniente presentar por separado los conceptos de *gestión* y de *tecnología*.

Gestión

En términos generales, los conceptos de *administración*, *gerencia* y *gestión* son sinónimos, a pesar de los grandes esfuerzos y discusiones para diferenciarlos.

En la práctica se observa que el término *management* es traducido como “administración”, pero también como “gerencia”. En algunos países, la administración está más referida a lo público y la gerencia a lo privado. En los libros clásicos se toman como sinónimos administración y gerencia (Koontz, Weihrich y Cannice 1998).

Con una connotación más gerencial, la gestión es planteada como “una función institucional global e integradora de todas las fuerzas que conforman una organización” (Restrepo González, 2015) En ese sentido, la gestión hace énfasis en la dirección y en el ejercicio del liderazgo.

Tecnología

El concepto de tecnología, “tiene su raíz en las palabras griegas *techne* y *logos*. La primera puede ser interpretada como habilidad manual o técnica; y la segunda, como conocimiento o ciencia. Según lo anterior, la tecnología puede interpretarse como conocimiento de habilidad” (Brito Viñas, Hernández Pérez y Álvarez González, 1998).

Para Beltrán, Rodríguez Orejuela y Restrepo Rivillas (2016), la tecnología abarca “el conjunto de conocimientos científicos, de ingeniería, gerenciales y empíricos que contribuyen a la creación, producción, distribución, comercialización y mejoramiento de un producto, siendo una actividad de búsqueda de aplicaciones a conocimientos existentes”.

Y Restrepo González (2015) afirma que la tecnología se refiere a los medios usados para producir, vender o usar un producto o servicio. Finalmente, otros autores la estandarizan como el conjunto organizado de conocimientos científicos y empíricos para su empleo en la producción, comercialización y uso de bienes y servicios.

3.5.1 Gestión tecnológica

Según Tapias García (2000), es “un proceso de adopción y ejecución de decisiones sobre las políticas, estrategias, planes y acciones relacionados con la creación, difusión y uso de la tecnología”.

Y para Castellanos Domínguez *et al.* (2008), es “la disciplina en la que se mezclan conocimientos de ingeniería, ciencias y administración, con el fin de realizar la planeación, el desarrollo y la implantación de soluciones tecnológicas que contribuyan al logro de los objetivos estratégicos y técnicos de una organización”.

Por su parte, Ochoa Ávila, Valdés Soa y Quevedo Aballe (2007) afirman que la gestión tecnológica es un proceso que conduce a lo siguiente:

- El desarrollo, la optimización y el uso efectivo de competencias tecnológicas, de gestión y de recursos disponibles para el cumplimiento de la misión, el objetivo, las estrategias y las operaciones de la empresa.
- El desarrollo de procesos que también involucren el uso de datos, información y conocimiento.
- La interacción social de la gente en la creación de conocimiento y el desarrollo de innovaciones para la generación de valor y de ventajas competitivas (Ochoa Ávila, Valdés Soa y Quevedo Aballe, 2007).

Las siguientes son algunas actividades de la gestión tecnológica:

- Monitoreo, análisis y prospectiva tecnológica
- Planificación del desarrollo tecnológico
- Diseño de estrategias de desarrollo tecnológico
- Identificación, evaluación y selección de tecnologías
- Adaptación e innovación tecnológica
- Negociación, adquisición y contratación de tecnologías
- Comercialización de tecnologías de la empresa
- Patentamiento
- Financiación del desarrollo tecnológico
- Selección y capacitación de asesores y operadores tecnológicos
- Gestión de proyectos de I + D
- Suministro y evaluación de información técnica (Ochoa Ávila, Valdés Soa y Quevedo Aballe, 2007)

3.5.2 Proceso de gestión tecnológica

Este proceso involucra actividades relativas a la identificación de nuevas oportunidades de negocio apalancadas en la incorporación oportuna de nuevas tecnologías y en la elaboración

del plan tecnológico, como parte de las estrategias, para asegurar la viabilidad futura de las unidades de negocios de las empresas (Gobierno de Navarra, 2008).

La adopción y la transferencia de tecnologías se aseguran mediante la ejecución de proyectos tecnológicos integrados en la que equipos integrados y multidisciplinares de profesionales altamente preparados trabajan para la operacionalización de la adopción de nuevas tecnologías. En estos proyectos se evalúa la adopción de tecnologías en forma sistémica, y es la sinergia que se genera al utilizarlas la que potencia el cierre de brechas tecnológicas, la materialización de oportunidades de negocio y la solución de problemas o necesidades operacionales.

3.5.3 Funciones del proceso de gestión tecnológica

Según Colciencias (Colombia, Colciencias, 2005), las siguientes son las funciones del proceso de gestión tecnológica:

- Vigilancia tecnológica
- Identificación de las necesidades tecnológicas
- Investigación aplicada
- Innovación tecnológica
- Adquisición de tecnología
- Asimilación de tecnología
- Apropiación de tecnología
- Acopio y transferencia tecnológica (Colombia, Colciencias, 2005)

Vigilancia tecnológica

Consiste en realizar de forma sistemática la captura, el análisis, la difusión y la explotación de la información técnica útil para la supervivencia y el crecimiento de la empresa, sector o institución. La vigilancia debe alertar sobre cualquier innovación científica o técnica susceptible de crear oportunidades o amenazas (Zúñiga Mojica, 2015).

La vigilancia tecnológica es un elemento básico del sistema de gestión de I + D + I, ya que permite centrarse en los desarrollos que son críticos para una organización y subcontratar los de menor importancia estratégica. También faculta identificar a los mejores socios tecnológicos y minimizar el esfuerzo de I + D + I aprovechando los desarrollos más recientes (Pastorino *et al.*, 2005).

Identificación de las necesidades tecnológicas

Schweyer, Newman y DeVries (2009) establecen el proceso de identificación de estas necesidades como el primer paso en el proceso de adquisición de tecnología. Las necesidades tecnológicas –los equipos, procesos, productos, conocimientos, técnicas y habilidades de

operación que se requieren para producir y comercializar un bien o un servicio— denotan la carencia de ciertas tecnologías que son necesarias para poder trabajar en condiciones normales de operación.

Investigación aplicada

Recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, y se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. [...] El uso del conocimiento y los resultados de investigación que dan como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad (Vargas Cordero, 2009).

Innovación tecnológica

Se produce cuando se utiliza la tecnología como medio para introducir el cambio. La esencia del proceso de innovación tecnológica es la acumulación de conocimientos a través del tiempo. El aumento del volumen de conocimientos se consigue, fundamentalmente, mediante la realización de actividades de I + D. Según Nieto Antolín (2003), existen otras modalidades de aprendizaje asociadas a diferentes mecanismos creativos de naturaleza continua:

- El aprendizaje por la práctica (*learning by doing*), relacionado con la realización de las actividades de producción.
- El aprendizaje por el uso (*learning by using*), que surge de observar las diferentes formas en que los clientes usan los productos de la empresa.
- El aprendizaje por el error (*learnig by failing*), derivado del análisis de las decisiones erróneas que adopta la alta dirección (Nieto Antolín, 2003).

Adquisición tecnológica

Representa uno de los procesos más importantes dentro de las funciones que se incluyen en la gestión de la tecnología. Se define como un proceso de transferencia tecnológica en el que se hace énfasis en la transferencia de conocimiento, que puede generarse desde el interior mismo de las organizaciones u obtenerse desde el exterior (Escorsa Castells y Valls Pasola, 2003).

Asimilación tecnológica

Es un proceso de aprovechamiento racional y sistemático del conocimiento por el cual el que tiene una tecnología profundiza en su conocimiento incrementando notablemente su avance en la curva de aprendizaje respecto al tiempo. Sus objetivos son los siguientes: ser competitivos y ser capaces de generar optimizaciones que incrementen la calidad y la productividad (Brugés, Acuña Mendoza y Palmezano Córdoba, 2014).

La asimilación de tecnología consta de las siguientes actividades: documentación y difusión, capacitación y actualización.

Apropiación tecnológica

Es el proceso en el cual una tecnología pasa de ser desconocida a ser parte de la vida diaria de un agente (o la tecnología misma se involucra con el individuo); consta de cuatro etapas fundamentales, que terminan con la adopción de conocimientos, habilidades y nuevas estrategias: acceso, aprendizaje, integración y transformación, aunque la última no ocurre en todos los casos (Ortega Ruiz, 2013).

Acceso: puede tener múltiples fuentes: un regalo, un encuentro accidental, un robo, una aparición instantánea y hasta una imposición; el acceso a cierta tecnología no es necesariamente un acto voluntario ni consciente. El individuo puede estar en contacto físico con cierta tecnología pero ignorarla y no llevar a cabo el proceso de apropiación.

Cuando ya se es consciente de la tecnología y existe el acceso físico, el usuario es el que decide si apropiársela o no; en caso negativo, se corta el proceso de apropiación; en caso positivo, si el individuo acepta la tecnología, comienza la segunda etapa: el proceso de aprendizaje (Ortega Ruiz, 2013).

Aprendizaje: se refiere a la variedad de procesos a través de los cuales el individuo adquiere conocimientos sobre cierta tecnología y desarrolla las habilidades para su utilización. El aprendizaje de cada individuo es único y depende de la situación en la que se encuentre; por esto, la capacidad para adquirir conocimientos tecnológicos de forma eficiente depende mucho de la capacidad de absorber las experiencias y poder adaptarlas a las condiciones locales. En la mayoría de los casos, el aprendizaje es un proceso complejo y funciona en conjunto: grupos de individuos, ya sean familia, colegio, Gobierno, empresa, etc. (Ortega Ruiz, 2013).

Integración / Incorporación: la palabra “integrar” significa agregar una cosa o elemento para completar un todo. La tecnología, ya entendida y puesta en práctica, se convierte en una extensión más de la vida que el usuario necesita para llevar a cabo una tarea que le es necesaria o que la misma tecnología le ha convertido en necesidad (Ortega Ruiz, 2013).

Transformación: si bien el concepto de apropiación tecnológica intenta comprender la relación entre tecnología e individuo, la transformación de una tecnología requiere normalmente de la comunicación entre los integrantes de una comunidad. Con el paso del tiempo y el uso constante y repetitivo de cierta tecnología, nuevos usos y necesidades comienzan a ser evidentes, y solo algunos pocos individuos son los que deciden consciente o inconscientemente trabajar en

una tecnología ya integrada logrando una nueva comprensión de la tecnología inicial (Godet, Durance y Mousli, 2008).

Existen diferentes teorías de apropiación tecnológica que se pueden encontrar en la literatura; las más utilizadas son las siguientes: la teoría de la difusión de innovaciones (IDT), la teoría de la acción razonada (TRA), la teoría cognitiva social (SCT), la teoría del comportamiento planeado (TPB), el modelo de aceptación de la tecnología (TAM), el TAM 2, el C-TAM-TPB, el TAM 3, la teoría descompuesta del comportamiento planeado (DTPB) y la teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT), que serán explicadas más adelante.

Acopio y transferencia tecnológica

Es la transmisión o entrega de información tecnológica o de una tecnología entre su propietario y un tercero que la requiera. Dicha transferencia se puede realizar sobre activos intelectuales –por ejemplo, las patentes, en trámite o concedidas (Echarri y Pendás, 2008).

4. Materiales y metodología

4.1 Materiales

En relación con los sujetos y los instrumentos o técnicas de información, la obtención de los datos para proponer las alternativas de adopción tecnológica para las SG en Colombia y la información para realizar la vigilancia tecnológica se tramitaron mediante la búsqueda de información bibliográfica en bases de datos internacionales como IEEE (sitio web <https://www.ieee.org/index.html>) y ScienceDirect (sitio web <https://www.sciencedirect.com/>), entre otros, y se consultaron en la web diferentes estudios y experiencias de empresas que han reportado proyectos pilotos exitosos y no exitosos, y cómo la participación activa del público en el despliegue las ha afectado. También se incluyeron memorias de eventos en los que el autor de este trabajo, vinculado laboralmente al Consejo Mundial de Energía Colombia (sitio web <http://www.energycolombia.org/index.php>) ha tenido la oportunidad de participar y de recolectar.

El tipo de investigación aplicado es el descriptivo, en razón a que se busca obtener conocimiento sobre cómo es la aceptación del público ante el despliegue de las SG y cómo se ha manifestado la interacción de las personas con estas nuevas tecnologías, que brindan beneficios mutuos para el público y el sistema energético.

4.2 Metodología

En relación sobre el paso a paso para la ejecución del trabajo, primero se realizó una contextualización de las SG y de las causas y la pérdida de beneficios cuando el usuario no participa activamente de ellas (Capítulos 3 y 4). Seguidamente se hicieron dos vigilancias tecnológicas (Capítulo 5): la primera, sobre el rechazo del público a proyectos de las SG ejecutados en el mundo; y la segunda, sobre las soluciones y aplicaciones que han permitido mejorar la aceptación del público para las SG a nivel global y todos los elementos tecnológicos que estas redes incorporan. Finalmente, se formularon propuestas para mejorar la apropiación tecnológica del público ante la incorporación de las SG en Colombia con base en las vigilancias tecnológicas anteriores, para terminar con las conclusiones y las posibilidades de trabajos futuros (Capítulo 6).

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Vigilancia tecnológica sobre el rechazo del público a los proyectos de SG ejecutados en el mundo

Este objetivo busca servir de referencia para conocer el estado del arte sobre el rechazo del público a proyectos de SG, considerando que el usuario final es el que tiene la decisión de impulsar y permitir que estas importantes tecnologías se desplieguen de manera exitosa.

Para tener un referente de los proyectos que se han visto obstaculizados por el rechazo del público se realizó una vigilancia tecnológica consistente en una forma sistemática de captación y análisis de información científico-tecnológica que sirva de apoyo en los procesos de toma de decisiones. La información analizada brinda la posibilidad de trazar planes y formular estrategias tecnológicas.

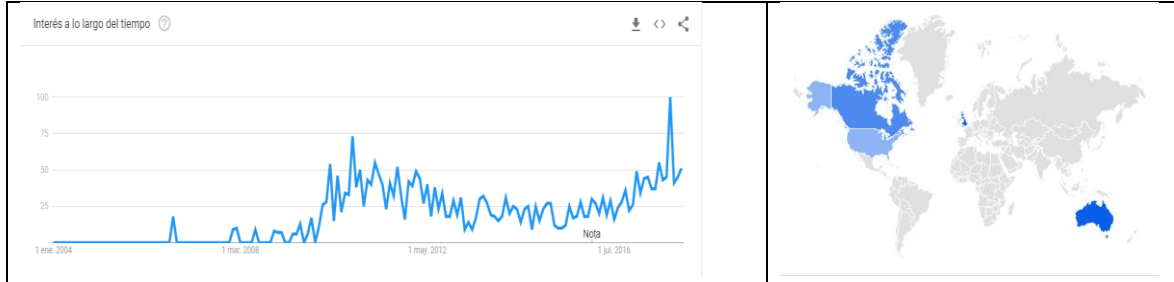
Para ella se utilizan las siguientes herramientas:

- Google Trends: permite observar con cuánta frecuencia se realiza una búsqueda temática particular en varias regiones del mundo y en varios idiomas (sitio web <https://trends.google.es/trends/>).
- Google News: buscador de noticias automatizado que rastrea en línea de forma constante la información de los principales medios de comunicación (sitio web <https://news.google.com/news/?ned=us&gl=US&hl=en>).
- Google Patents y Free Patents Online: herramientas en línea para la consulta de patentes en todo el mundo (sitios web <https://patents.google.com/> y <http://www.freepatentsonline.com/>, respectivamente).
- ScienceDirect: una de las bases de datos bibliográficos de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas más importantes (sitio web <https://www.sciencedirect.com/>).

Google Trends

Se realizó una búsqueda con los siguientes términos claves: “*smart grids problems*”, “*smart grids trouble*”, “*smart meters issue*” y “*smart grids issue*”, y no se encontraron productos asociados; esto, posiblemente, se debe a que es un tema nuevo que apenas comienza a despertar el interés; además, el término de búsqueda es largo y puede acotar el resultado, ya que si solo se busca “*smart grids*” sí aparecen resultados, aunque no necesariamente asociados a los problemas. La Figura 1 muestra los resultados del término de búsqueda “*smart meter problems*” únicamente y la ubicación geográfica, que demuestra que son temas de interés y con permanente crecimiento de búsquedas en el tiempo.

Figura 1. Resultados para el término de búsqueda “*smart meter problems*” y ubicación geográfica



Fuente: Google Trends (sitio web <https://trends.google.es/trends/>).

Google News

El término de búsqueda “*smart meter problems*” arrojó 59 000 noticias; y el de “*smart grid problems*”, 77 500 en el último año. Bien sea por nuevos desarrollos o por problemas, dicha cantidad destaca la vigencia del tema y la preocupación que la comunidad internacional tiene por él.

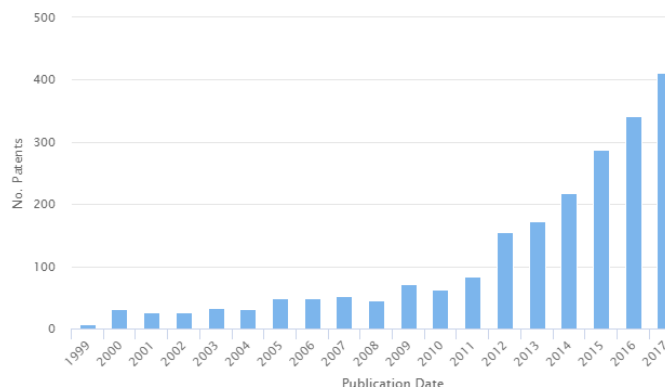
Google Patents y Free Patents Online

Google Patents encontró una gran cantidad de patentes asociadas, que resaltan que es un tema en el que se sigue trabajando y en el cual se centra el interés de la comunidad científica.

Para el término de búsqueda “*smart meter problems*” se encontraron 119 326 resultados; para “*smart grids problems*”, 115 105; para “*smart grids AND trouble acceptance*”, 13 542; y para “*smart meters AND trouble acceptance*”, 16 508.

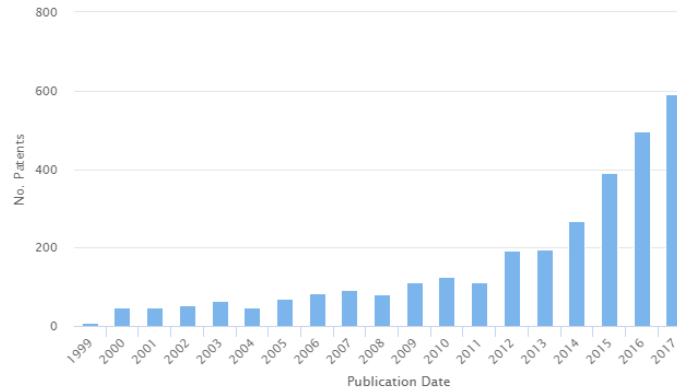
Para validar la información se utilizaron los resultados con Free Patents para “*smart grids AND trouble acceptance*” (Figura 2) y “*smart meter AND trouble acceptance*” (Figura 3).

Figura 2. Resultados de las patentes para el término de búsqueda “*smart grids AND trouble acceptance*”



Fuente: Free Patents Online (sitio web <http://www.freepatentsonline.com/>).

Figura 3. Resultados de las patentes para el términos de búsqueda “*smart meter AND trouble acceptance*”

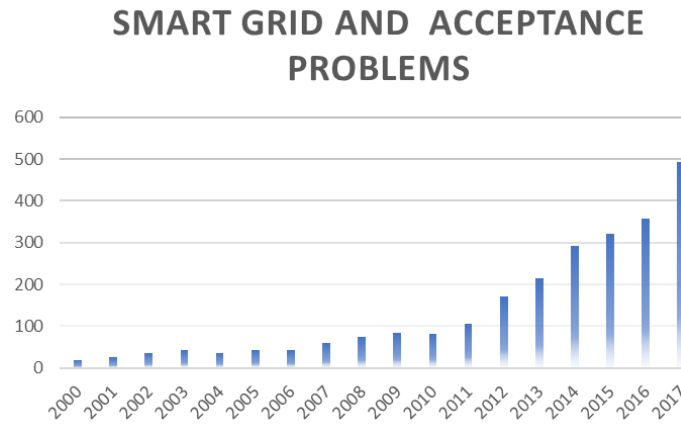


Fuente: Free Patents Online (sitio web <http://www.freepatentsonline.com/>).

ScienceDirect

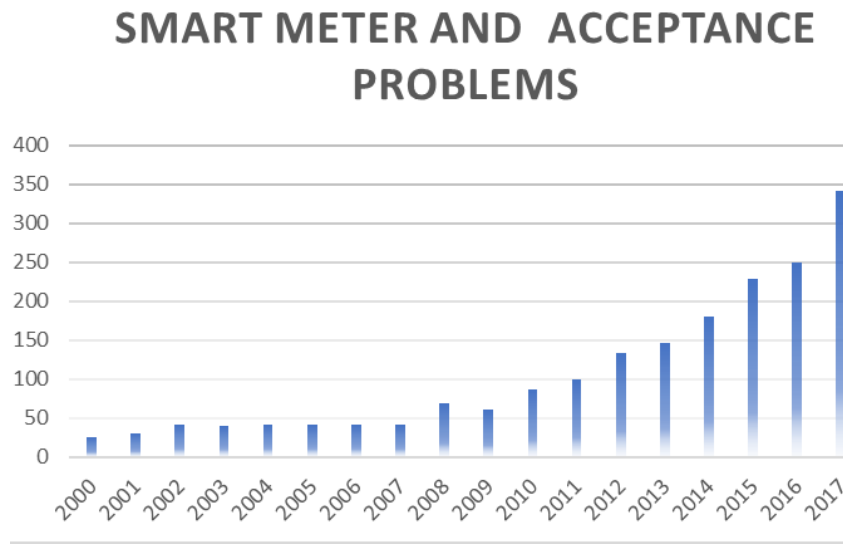
Para el término de búsqueda “*smart grid AND acceptance problems*” se encontraron 2923 artículos (Figura 4); es de destacar la tendencia de crecimiento en el tiempo: solo en el primer mes de 2018 ya se encuentran publicaciones asociadas. Y para “*smart meter AND acceptance problems*” se encontraron 2324 artículos (Figura 5).

Figura 4. Número de publicaciones para el término de búsqueda “*smart grid AND acceptance problems*”



Fuente: ScienceDirect (sitio web <https://www.sciencedirect.com>).

Figura 5. Número de publicaciones para el término “*smart meter AND acceptance problems*”



Fuente: ScienceDirect (sitio web <https://www.sciencedirect.com>).

5.1.1 Revisión de artículos científicos

Los artículos científicos son una excelente herramienta para conocer a fondo los últimos avances y la problemática relacionada con la aceptación del público de las SG. Con el propósito de complementar la vigilancia tecnológica, se presenta a continuación un resumen de los principales artículos revisados.

Percepciones de los consumidores sobre el desarrollo de la red inteligente: resultados de una encuesta en Hong Kong y sus implicaciones políticas (Mah, Vleuten, Hills y Tao, 2012)

En este artículo se presentan los resultados de una encuesta realizada en Hong Kong, que recoge la comprensión de las percepciones de los consumidores de energía ante un posible despliegue de SG.

Los resultados indican que los consumidores allí generalmente tienen preferencia por el ahorro de energía, la eficiencia energética y las energías renovables, con un mayor nivel de oposición a la energía nuclear. Mostraban su interés en jugar un papel mucho más informado en la toma de decisiones energéticas, pero eran sensibles a los aumentos de tarifas. Se concluyó que para la participación efectiva de los consumidores se necesita más atención política, gestión de la demanda y la introducción de cambios institucionales (Mah, Vleuten, Hills y Tao, 2012).

A los consumidores les preocupan asuntos como los costos, la salud y la seguridad, el intercambio de datos, la privacidad, la equidad, las desconexiones remotas e involuntarias, los efectos distributivos desiguales y los impactos a grupos vulnerables como los ancianos o las personas menos familiarizadas con las TIC. La mayor parte de la oposición a la red

inteligente se encuentra en Estados Unidos, con tendencias similares de desconfianza en Australia (Consumer Utilities Advocacy Centre, CUAC, 2011).

El estudio realizó una encuesta telefónica en mayo de 2011 utilizando una muestra aleatoria de 505 encuestados de Hong Kong, con edades de 18 años o más. Cuando se les preguntó sobre el desempeño de los proveedores de electricidad, coincidieron en que sus proveedores proporcionan electricidad fiable (95,1 %) y asequible (79,5 %), pero estaban menos satisfechos con su desempeño ambiental. Solo el 48% estuvo de acuerdo en que los proveedores de electricidad estaban comprometidos con la eficiencia energética y la mejora del medioambiente.

Los factores principales que los encuestados ven como razones para no aceptar medidas para reducir el uso de la electricidad son los siguientes: la creencia de que una acción personal no hará una diferencia significativa en la gestión del cambio climático global (43,9 %) y la falta de información (30,8 %), la privacidad (69,5 %) y el costo (65,2 %).

En contraste con los problemas de privacidad que se encuentran en los estudios occidentales, en Hong Kong se encontró un hallazgo notable: los encuestados no expresaban el mismo tipo de preocupación por la privacidad; una posible explicación de esta diferencia es que allí no son conscientes de los problemas de privacidad asociados con la recolección de los datos sobre su uso diario de electricidad.

Actitud del público hacia la instalación de nuevas líneas de transmisión y la medición inteligente (Livgard, 2012)

El propósito de este artículo es proporcionar a la industria energética una mejor comprensión de los clientes en relación con sus actitudes y acciones respecto al desarrollo de las SG, con base en experiencias de Noruega.

En él se encontró que no más del 9 % de los consumidores noruegos declara que tiene alta o muy alta confianza en que los operadores de la red no establecerán precios irrazonablemente altos, mientras que el 50 % declara que su confianza es baja o muy baja. Esto les da a las empresas un puntaje de reputación de 33 puntos sobre 100, valores muy por debajo y considerablemente inferiores a muchos otros sectores como los operadores de banda ancha y de telefonía celular, que alcanzan 54 puntos (Livgard, 2012).

Fuertes protestas sobre el desarrollo de las SG por parte de la población crean escepticismo hacia la gestión de la red y hacen más difícil la operación eficaz en el mercado. Profundizar el conocimiento aumenta la comprensión, puesto que las encuestas muestran que los clientes noruegos no tienen un conocimiento claro del funcionamiento del mercado de la energía y desconocen aspectos como quién es el que determina el marco para la tarifa de la red y lo que esto significa para cada cliente.

Cuando se les pide a los clientes que evalúen el mercado de la energía en varias categorías, la seguridad del suministro encabeza la mayor satisfacción de los clientes, mientras que la tarifa de la red tiene la puntuación más baja y la mayoría de los clientes están

insatisfechos; esto puede interpretarse como que no ven la relación entre las tarifas de la red y la seguridad del suministro de energía, o que no están dispuestos a pagar el mayor precio de una red eléctrica segura. Sin embargo, no más del 19 % de los consumidores está dispuesto a aceptar una menor seguridad de suministro para reducir la tarifa de la red. De esta manera, un paso adelante sería lograr que la población tuviera un conocimiento mayor sobre los valores que incluye la tarifa de la red haciendo y sea más comprensiva (Livgard, 2012).

En relación con el riesgo de perder la confianza y la credibilidad, se observa un ejemplo en Suecia donde la implementación de los nuevos SM comenzó hace años, y últimamente se ha reportado que algunos muestran lecturas inexactas. Las facturas de los clientes de electricidad son dos veces más caras que las de antes del cambio de los SM, de manera que los clientes están desconfiando de ellos. Esta experiencia ha demostrado que la prensa puede entrar a criticar rápidamente la nueva tecnología contribuyendo a incrementar su rechazo.

Otra razón por la cual la implementación de la medición inteligente podría tener riesgos es que el enlace de comunicación entre el cliente y el operador de la red se debilite; este hecho podría ser un desafío para futuras oportunidades de negocio. En Noruega, la internet es el canal más utilizado –más del 40 % de los clientes de electricidad reporta sus mediciones a través de las páginas web del operador de la red (Livgard, 2012)–. Sin embargo, de los clientes que ya han instalado los nuevos SM, casi el 80 % declara que ya no frecuenta los sitios web de las empresas en la misma medida en que solía hacerlo. Además, el 26 % de los clientes dice que se debilitó la relación con el proveedor después de la implementación de la medición inteligente.

Imaginando el futuro: imaginarios sociotécnicos del futuro de las SG en Noruega (Foss Ballo, 2015)

Un estudio de Skjølsvold (2014) describe la transformación de los futuros imaginarios de los SM en Noruega. Los resultados sostienen que los “prosumers” toman decisiones relacionadas con los SM y sus imaginarios, mientras que los expertos de las SG se concentran principalmente en las soluciones para atender los retos actuales del suministro de energía. Esta situación podría contribuir a la falta de debate público, ya que la comunicación entre las dos partes no incluye información sobre las incertidumbres o las posibles implicaciones sociales.

Algunos informantes expresan su preocupación por la posibilidad de que piratas informáticos asuman el control y puedan cortar la electricidad en los hogares o en barrios enteros y tengan acceso –no autorizado– a los datos personales acumulados en los SM. Otros aspectos son el riesgo de apagar un equipo eléctrico de hogar relacionado con la salud y el de perder el derecho a tener acceso a un mínimo de electricidad –un derecho de todos–, independientemente de si las facturas de electricidad están siendo pagadas o no; por ejemplo, algunos hogares requieren calefacción en el invierno al menos para una habitación.

La resistencia popular presentada en otros países puede dar lecciones importantes con respecto a la importancia de los contadores inteligentes. En Países Bajos, la introducción de SM encontró mucha resistencia, ya que la toma de decisiones en gran medida ocurrió a puerta cerrada. Las lecciones aprendidas de este caso podrían incluir la necesidad de crear un marco abierto y transparente de comunicación, y la inclusión de una variedad de intereses y perspectivas (Foss Ballo, 2015).

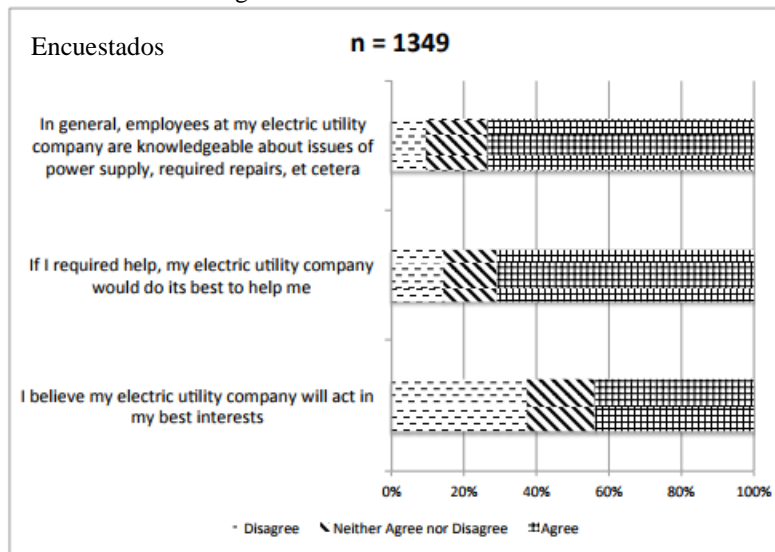
Aceptación social: amenazas para la implementación efectiva de la red inteligente y la resiliencia de los sistemas de potencia (Eseonu y Cotilla Sánchez, 2014)

El objetivo de este artículo es identificar los factores claves de la aceptación social de una tecnología disruptiva como es la de los SM. El artículo hace referencia a que la confianza en una empresa tiene un impacto positivo en la intención de adoptar innovaciones tecnológicas. También señala que los usuarios pueden dejar de utilizar estas tecnologías si perciben estos sistemas como generadores de aumento del riesgo de la pérdida de privacidad, aunque es probable que adopten la tecnología de la red inteligente si están convencidos de que estos sistemas mejorarán el rendimiento y fiabilidad de las operaciones de los sistemas.

Se realizó una encuesta sobre varios ítems en la que los participantes los calificaron en una escala de siete puntos (1 = totalmente de acuerdo y 7 = muy en desacuerdo), relacionadas con la confianza en las *utilities* y la utilidad percibida de las SG, como se muestra en la Figura 6.

La confianza está positivamente correlacionada con la utilidad esperada y la facilidad de uso. Esta figura muestra que los encuestados perciben a la compañía prestadora del servicio de energía y a sus empleados como competentes, y sienten que las empresas están dispuestas a ayudar a los clientes que necesitan apoyo; sin embargo, solo el 45 % de los encuestados cree que las empresas prestadoras de servicios de energía actuarán en su mejor interés.

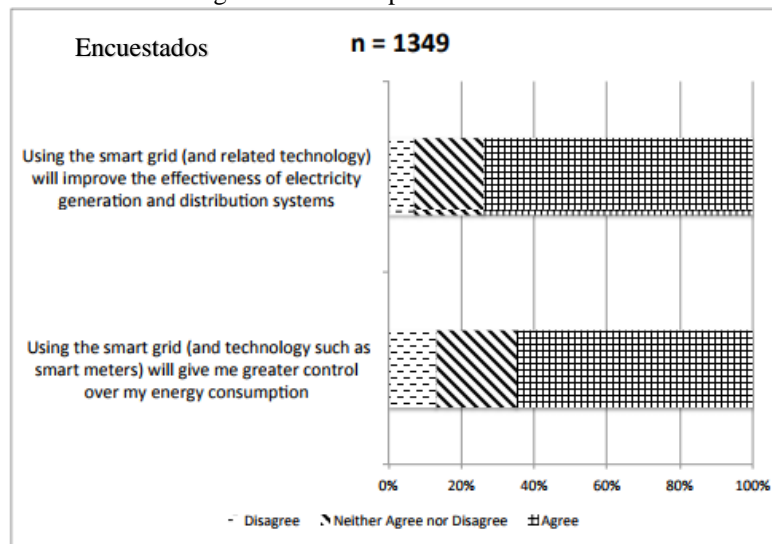
Figura 6. Confianza en las *utilities*



Fuente: Eseonu y Cotilla Sánchez (2014).

La Figura 7 muestra las percepciones positivas de las compañías relacionadas con el despliegue de las SG; en todo caso, la cuestión de la privacidad continúa siendo una preocupación.

Figura 7. Utilidad percibida de las SG



Fuente: Eseonu y Cotilla Sánchez (2014).

Aceptación pública de las energías renovables y las SG en Arabia Saudí (Düştegör, Sultana y Felemban, 2015)

Arabia Saudí tiene una de las mayores reservas de petróleo del mundo y está ubicada en un área con gran potencial para proyectos de energías renovables; no obstante, uno de sus principales desafíos es la aceptación de los proyectos por parte del público. El objetivo de este artículo es medir el conocimiento y la conciencia de los usuarios sobre las energías renovables y su disposición a usar la energía solar como fuente principal en los hogares.

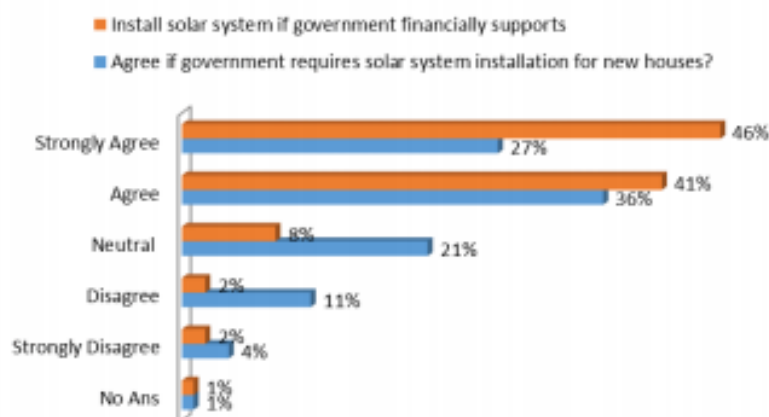
Para la recopilación de la información se realizaron 100 entrevistas en la ciudad de Dammam a través de un cuestionario.

En un intento de medir el conocimiento de los participantes sobre las energías renovables –un concepto esencial para las SG–, se les pidió a los entrevistados que identificaran cuál de los siguientes recursos energéticos se considera renovable: el viento, la energía solar, la nuclear, el petróleo y la biomasa. Solo el 49 % identificó el viento como una energía renovable, mientras que el 83 % sabía que la energía solar lo era; sorprendentemente, el 18 % dijo que el petróleo es una fuente renovable, y el 21 % reconoció la energía nuclear de igual modo; por último, solo el 26 % dijo que la biomasa es renovable. Estos resultados demuestran que estas personas carecen de los conocimientos esenciales en energías renovables, a pesar de que la mayoría son profesionales (Düştegör, Sultana y Felemban, 2015).

Otros datos de la encuesta mostraron que los residentes no instalarán paneles solares a menos que el Gobierno esté dispuesto a invertir y apoyar financieramente su montaje. De hecho, el 63 % dijo que estaría de acuerdo con el Gobierno si este exige la instalación de sistemas solares en zonas residenciales, mientras que el 15 % no apoya esa acción y el 21 % todavía no tiene una reacción, como se muestra en la Figura 8.

Así, el alto costo de la instalación y el mantenimiento del sistema fue el principal problema en el que los participantes estuvieron de acuerdo. La bien conocida falta de información disponible de la instalación y el mantenimiento son un problema; solo el 12 % conoce empresas de la zona que realizan estos servicios y el miedo a intentar algo nuevo es otro factor que puede impedir que la gente tome este paso.

Figura 8. Opinión pública de los proyectos verdes con el involucramiento del Gobierno



Fuente: Düstegör, Sultana y Felemban (2015).

El papel ambiental en la aceptación sociopolítica de la red inteligente: el caso de Columbia Británica, Canadá (Peters, Axsen y Mallett, 2018)

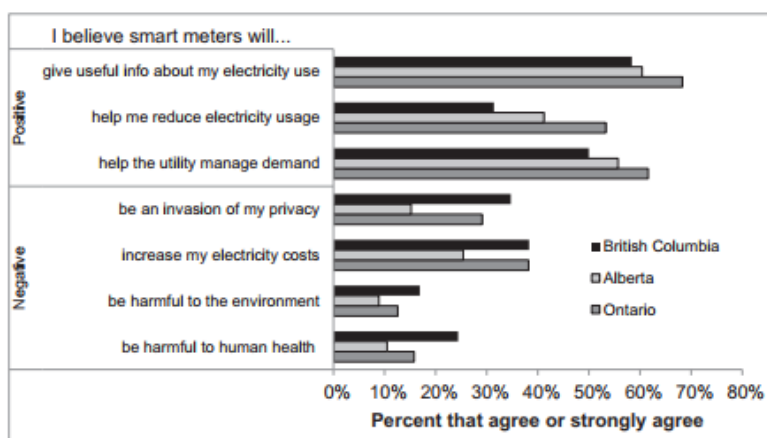
Este estudio revisa el papel del marco ambiental en el contexto socio-ciudadano, los medios de comunicación y las principales partes interesadas utilizando el estudio de caso de Columbia Británica. En 2013, dos empresas de investigación de mercados, Sentis Market Research and Survey Muestreo Internacional, realizaron una encuesta –con un $n = 2930$ –, y en ese mismo año se hicieron unas entrevistas a los principales interesados y un análisis de los artículos de prensa entre 2007 y 2012.

Se encontró que la aceptación general de una red inteligente por parte de los ciudadanos de esta provincia es relativamente baja y que los medios de comunicación se centran más en los marcos económicos del despliegue de SG y mencionan con más frecuencia (50 %) sus riesgos que sus beneficios.

Como se ve en la Figura 9, en general para todas las preguntas, los encuestados son más negativos sobre las tecnologías de medición inteligente que en otras regiones. Menos de un tercio apoyó la instalación obligatoria de SM (29 %), comparado con los encuestados de Ontario (46 %) y, en menor medida, con los de Alberta (32 %).

Para las preguntas de actitud, los encuestados de Columbia Británica eran más propensos a expresar actitudes negativas, por ejemplo, creer que los SM podrían dañar la salud humana (25 %) frente a Alberta u Ontario (11 y 16 %, respectivamente). Algunos patrones son consistentes en los tres territorios; por ejemplo, todos los encuestados eran más propensos a estar preocupados por la economía y la privacidad relacionada con la instalación de SM (entre el 30 y el 40 %, respectivamente) que con el potencial del daño a la salud (entre el 10 y el 25 %).

Figura 9. Actitud de los encuestados frente a los *smart meters*



Fuente: Peters, Axsen y Mallett (2018).

Comprensión y creencias sobre la tecnología de la energía inteligente (Raimi y Carrico, 2016)

En este artículo se evaluaron los efectos directos e indirectos sobre la probabilidad de adopción de las SG en Estados Unidos y Reino Unido. En general, los encuestados dijeron que eran un poco más propensos a utilizar los SM que a no hacerlo.

Las reacciones negativas a estas tecnologías prevalecen más de lo que a la industria o al Gobierno de Estados Unidos o Reino Unido les gustaría, y la investigación muestra que estas opiniones desfavorables están aumentando (Consumer Pulse and Market Segmentation Study, SGCC, 2015); adicionalmente, aquellas personas con más conocimiento tenían preocupaciones acerca de la salud más agudas –por ejemplo, la radiación inalámbrica de los SM.

La familiaridad con la tecnología inteligente se asoció con una mayor preocupación por la seguridad. Los occidentales perciben sus hogares como esferas privadas sobre las cuales ellos –no los terceros– deberían tener el control, y las preocupaciones de seguridad sobre los SM pueden equipararse con la privacidad. Esto sugiere que los consumidores de Estados Unidos, al igual que sus contrapartes de Reino Unido, pueden no entusiasmarse con el control remoto de los sistemas de energía residenciales (Goulden *et al.*, 2014).

La percepción del público británico sobre la iniciativa de medición inteligente de Reino Unido: amenazas y oportunidades (Buchanan, Banks, Preston y Russo, 2016)

La encuesta realizada en este estudio descubrió que el público británico parece ser apático o ambivalente a este respecto (53 %), lo que indica que no está decidido sobre si los SM deberían instalarse en todas las casas de Reino Unido. Además, los SM ya instalados en viviendas domésticas fueron gestionados a través del contacto de los clientes con los

proveedores y no por su acción proactiva. Parte del problema parece ser que los usuarios de los SM son relativamente pocos; el 76 % de los consumidores británicos informan no saber nada o muy poco acerca de ellos (Buchanan, Banks, Preston y Russo, 2016).

Asimismo, las amenazas identificadas son las violaciones de la privacidad, los problemas de seguridad, la pérdida de control y autonomía y la desconfianza en los proveedores de energía.

Más allá de la tecnología: la importancia de la aceptación social (Wolsink, 2012)

Este artículo presenta los contrastes entre las energías renovables y las políticas inadecuadas, ya que los retos de la aplicación de las energías renovables tienen que ver con la aceptación social y la adopción de elementos cruciales de las SG. La mayoría de los países tienen políticas y metas de energías renovables, pero su aplicación es lenta; por ejemplo, en Países Bajos ninguna de las metas políticas de la energía se ha cumplido (Wolsink, 2005).

La mayoría de los estudios sobre el comportamiento del consumo de energía en los hogares tiende a verlo en términos de individuos que responden a información relacionada con el precio y las normas sociales, con el fin de reducir la demanda, como respuesta a los incentivos de precios. Este enfoque miope sigue siendo común en la política, ya que considera la red inteligente como una simple red con telecomunicaciones (Wolsink, 2012).

El despliegue de energías renovables y de SG enfrenta muchos problemas de aceptación social e incluye tres dimensiones:

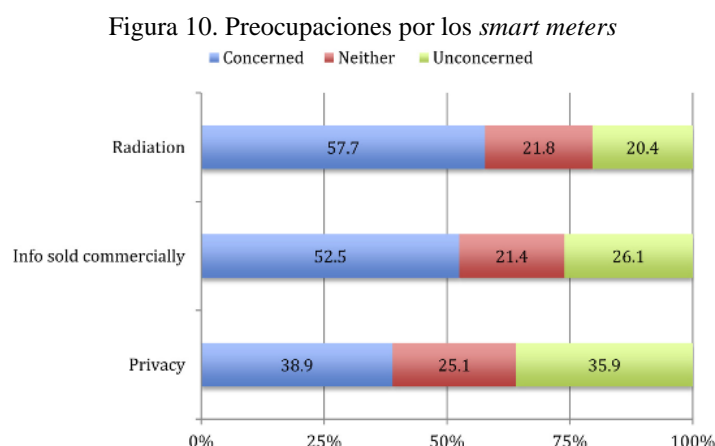
- 1) La aceptación sociopolítica: se refiere a la aceptación de las decisiones sobre el marco institucional, que puede tener condiciones favorables o impedir la aceptación de las otras dos dimensiones: 2) la aceptación de la comunidad; y 3) la aceptación del mercado (Wüstenhagen, Wolsink y Bürer, 2007).
- El marco de implementación: la voluntad entre las principales partes interesadas de formular cambios que creen condiciones favorables para las nuevas tecnologías.
- Las decisiones de implementación: la aceptación de las decisiones de la comunidad y del mercado relacionadas con la integración de la generación de energía renovable en un lugar y una comunidad determinados.

Motivaciones y barreras para la integración de servicios *prosuming* en la futura red eléctrica descentralizada: hallazgos en Israel (Michaels y Parag, 2016)

Este artículo presenta los resultados de una encuesta realizada en 2015 –con un $n = 509$ – que explora cómo el público israelí percibe una gama de tecnologías de gestión de la demanda y de programas que facilitan la participación de los “prosumidores” (los productores/consumidores de energía). Seis preguntas exploraron la voluntad de reducir la

demanda por medio de incentivos financieros, costos financieros y normas sociales. Casi el 50 % estaba dispuestos a reducir su consumo de electricidad, mientras que el 20 % no lo estaba; casi una cuarta parte (24,3 %) estuvo de acuerdo en que el costo de los aparatos ahorradores era una barrera para el uso de la energía eléctrica, aunque el 42,4 % no estaba de acuerdo con esta afirmación.

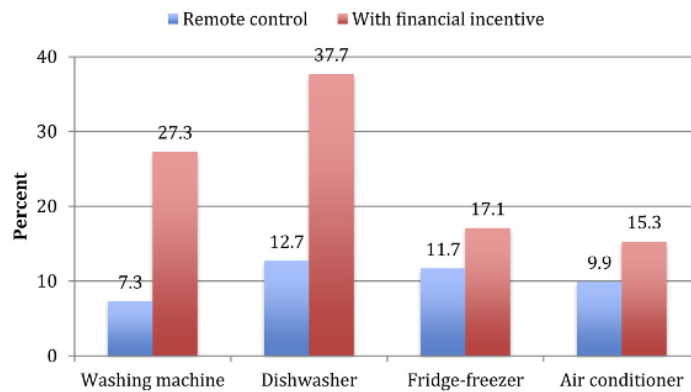
Se les preguntó a los entrevistados acerca de tres preocupaciones que podrían representar barreras para la adopción de los SM: 1) “Emite radiación, con niveles similares a la de un teléfono celular”; 2) “La información sobre mi uso de la electricidad, que podría ser vendida comercialmente”; y 3) “El monitoreo de la electricidad en tiempo real sería invadir mi privacidad”. Más de la mitad de los encuestados expresó su preocupación por las emisiones de radiación de los SM (57,7 %) y la información personal que puede ser vendida comercialmente (52,5 %), aunque estaban menos preocupados por la privacidad (28,9 %). Los resultados de la encuesta se muestran en la Figura 10.



Fuente: Michaels y Parag (2016).

La siguiente pregunta aprueba si un incentivo financiero en forma de una tarifa de electricidad más baja aumentaría la voluntad de permitir a la red el control remoto de cuatro electrodomésticos. Incluso así, las tasas de aceptación son bajas (55 %), y como se muestra en la Figura 11, solo el 7,9 % estaba dispuesto a hacerlo.

Figura 11. Deseo de aceptar electrodomésticos inteligentes con un incentivo financiero



Fuente: Michaels y Parag (2016).

Preocupaciones e implicaciones de privacidad de los consumidores para la arquitectura *smart grid*: resultados de un estudio austríaco (Döbelt, Jung, Busch y Tscheligi, 2015)

Este estudio tiene como objetivo explorar cómo una arquitectura *smart grid* aplicada a las TIC debería estar diseñada para satisfacer las preocupaciones de los consumidores. Se realizó una encuesta en línea para explorar las perspectivas y amenazas dentro de las infraestructuras TIC de las SG. La Tabla 1 presenta algunos de los resultados para los consumidores privados y las empresas.

Tabla 1. Razones para el rechazo del manejo automático de cargas para los consumidores privados y las empresas

Categories	Example statement	Freq. in % of private consumers	Freq. in % of business consumers
Loss of control	"I pay for the energy so I want to decide when to consume it."	48	50
Privacy invading	"I don't trust that my data would be treated confidentially if I have to provide it to such a service."	17	0
Reduction of comfort/not flexible or adaptable	"From time to time individual adjustment are needed, e.g., when I'm ill or guests visit. I don't have a daily routine because of my little kids."	17	25
Skepticism regarding reduction of consumption	"I already try to operate responsibly and sustainability with energy..."	5	0
Misc.	"I have had bad experiences with my energy utility."	11	25

Fuente: Döbelt, Jung, Busch y Tscheligi (2015).

Para investigar las amenazas percibidas se les pidió a los participantes que indicaran las desventajas de una plataforma de gestión de datos de manera central. El 81 % de los consumidores privados y el 67 % de las empresas manifestaron su preocupación respecto a la protección de datos y la invasión de la privacidad, y, en general, los consumidores estaban preocupados por la transmisión detallada de sus datos energéticos a organizaciones externas.

Respuesta de demanda inteligente en China: desafíos e impulsores (Guo, Li y Lam, 2017)

Históricamente, la gestión de la demanda nunca ha recibido mucha atención de los ciudadanos ni de los políticos chinos (Campbell, 2016). Las iniciativas políticas se centraron en la gestión de la oferta abarcando cuestiones como la escasez de electricidad, los monopolios de mercado, los mecanismos de fijación de precios y la optimización y desarrollo de la red nacional.

Se ha observado una baja aceptación por parte del consumidor en la adopción de los programas de generación distribuida, y se han identificado cuatro desafíos para él: selección adversa, beneficios marginales, dificultad de participación y baja adaptabilidad.

La selección adversa ocurre cuando el programa está basado en los precios ofrecidos a los usuarios que han contribuido muy poco a la reducción de la demanda. En cambio, es más probable que los usuarios no *prémium*, que consumen la mayor parte de la energía durante horas no pico, se unan, porque podrían beneficiarse más del precio bajo durante las horas pico (Guo, Li y Lam, 2017). Asimismo, la dificultad para involucrar a los consumidores presenta una barrera adicional a la adopción, ya que a menudo los usuarios de la electricidad no tienen ni idea de la naturaleza y disponibilidad de los programas, y, como resultado, la mayoría tiende a quedarse con sus planes actuales (Utility Dive, 2016).

Barreras sociales para la adopción de hogares inteligentes (Balta, 2013)

El objetivo de este artículo es explorar las barreras sociales de la adopción de hogares inteligentes a través del análisis de las opiniones de expertos y de actitudes públicas. A pesar de la existencia de tecnologías para hogares inteligentes, su prevalencia no está todavía generalizada, y, por lo tanto, su potencial, en gran medida, está sin explotar. Utilizando una combinación de talleres públicos, entrevistas de expertos y revisión de la literatura existente, este documento explora las barreras sociales de la difusión de los hogares inteligentes incluyendo cómo varían según la experiencia, la etapa de vida y la ubicación. La investigación destaca la importancia de barreras como el control centralizado, la seguridad y el costo (Balta, 2013).

El estudio encontró que las necesidades operacionales y de gestión de un hogar inteligente no pueden ser totalmente tratadas por un desarrollador o tercero, debido a que existen algunos dispositivos y servicios en los cuales la configuración requerida puede ser altamente subjetiva (Edwards y Grinter, 2014). Por lo tanto, el usuario requerirá un nivel mínimo de experiencia para administrar y solucionar problemas del hogar inteligente, los sistemas y la tecnología. Dado que uno de los propósitos de un hogar inteligente es contribuir a mejorar la calidad de vida en lugar de complicarla, existe la necesidad de tener un tipo de sistema que sea intuitivo y fácil de usar.

En general hubo acuerdo entre los expertos acerca de que las tecnologías SG para el hogar tienen que ser invisibles para el consumidor debido a la complejidad de los programas

de vivienda inteligente. Su recomendación es que estas tecnologías deben ser más de autoaprendizaje, análogas a la tecnología de los vehículos, en la que, a pesar de sus muchos sensores incorporados, los usuarios no son conscientes de ellos. Así, los expertos indicaron que el reto es reducir esta complejidad (Balta, 2013).

Por otro lado, señalaron que, para que no sea una barrera, la interoperabilidad debe ser otro aspecto en el que se debe trabajar, ya que los aparatos que van a estar “hablando” entre sí son muchos, y destacaron que las tecnologías generales están siendo diseñadas para una vida útil de cinco a diez años, de manera que los proveedores de servicios inteligentes para el hogar tendrían que garantizar que los avances se incorporen fácilmente –con lo que ya se cuenta.

5.2 Vigilancia tecnológica sobre las soluciones y aplicaciones que han permitido mejorar la aceptación del público para las SG en el mundo, y todos los elementos tecnológicos que estas redes incorporan

Al igual que en el apartado anterior, para el desarrollo de este objetivo se realizó una vigilancia tecnológica para conocer las soluciones y aplicaciones que han permitido mejorar la aceptación del público a los proyectos de SG.

Google Trends

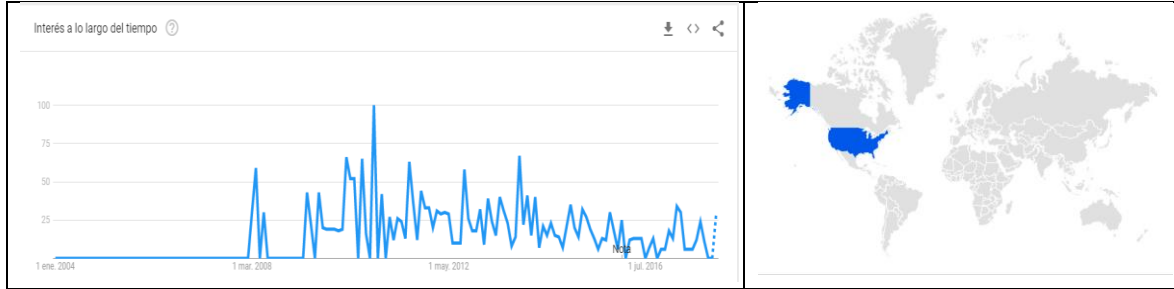
Se realizó una búsqueda con los siguientes términos de búsqueda: “*smart grid acceptance*”, “*smart meter acceptance*”, “*public acceptance smart grid*”, “*public acceptance smart meter*”, que no arrojaron búsquedas asociadas. El término “*smart grid implementation*” lo hizo, con Estados Unidos jalonando el interés a nivel mundial.

Una posible razón para explicar este hecho se debe a que los temas relacionados con las SG han tenido mucho interés –como se muestra a continuación–, pero cuando se limita la búsqueda a las SG con la población, se nota que apenas empieza a ser relevante y que están comenzándose a presentar soluciones en este aspecto.

La variación en el tiempo y los picos que muestran las Figura 12 y 13 posiblemente estén relacionados con el hecho de que, ante un problema o fracaso en un proyecto, se despierta el interés para mejorar sus niveles de aceptación e implementación; pero, al tratarse de proyectos pilotos –como son la mayoría en el mundo–, al terminarlo su interés baja hasta que se desarrolla otro prototipo en otra localidad.

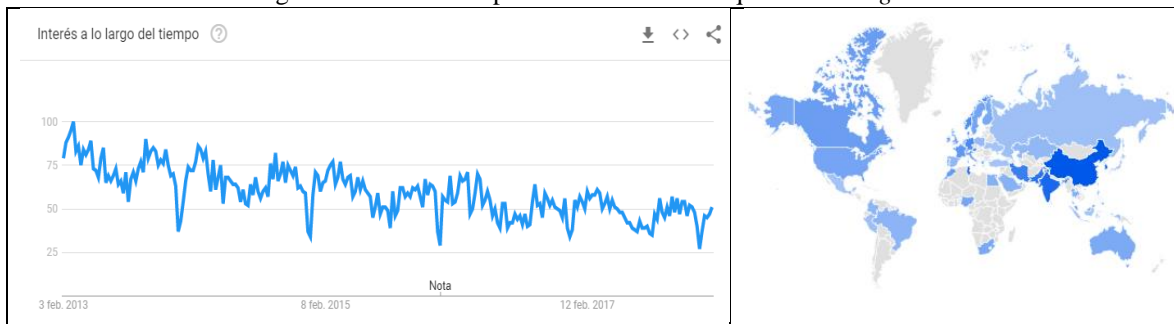
Se podría esperar que en el futuro, cuando se sigan desarrollando soluciones de este tipo, el interés se mantenga constante o con tendencia de crecimiento, ya que estas tecnologías son la evolución de los sistemas energéticos.

Figura 12. Resultados para el término de búsqueda “*smart grid implementation*”



Fuente: Google Trends (sitio web <https://trends.google.es/trends/>).

Figura 13. Resultados para el término de búsqueda “*smart grid*”



Fuente: Google Trends (sitio web <https://trends.google.es/trends/>).

Google News

En el último año, el término de búsqueda “*smart meter acceptance*” arrojó 12 500 noticias, y para “*smart grid acceptance*”, 14 200. Estas cifras demuestran que la aceptación del público se vuelve cada vez más importante, porque los beneficios potenciales de la red inteligente solo pueden ser alcanzados cuando el usuario, en su hogar o empresa, decide implementar estas herramientas en su rutina diaria.

Free Patents Online

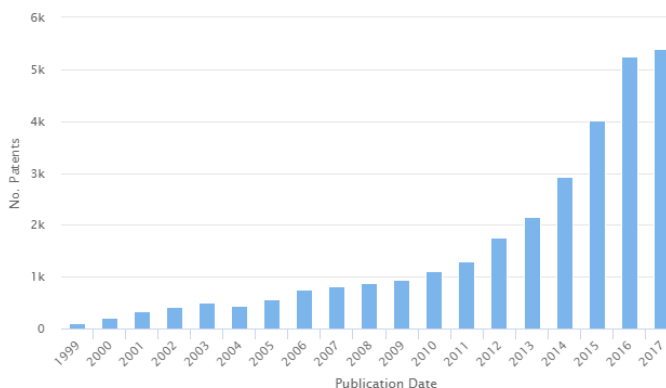
Esta herramienta encontró una gran cantidad de patentes asociadas a la participación del público en proyectos de SG y SM; se utilizó la función “AND” para garantizar que se ubicaran los temas de manera conjunta y no aislados.

A continuación se presenta el número de resultados obtenido para cada término de búsqueda:

- *Smart grid AND acceptance*: 19 765
- *Smart meter AND acceptance*: 34 681
- *Smart grid AND public acceptance*: 8931
- *Smart meter AND public acceptance*: 9544

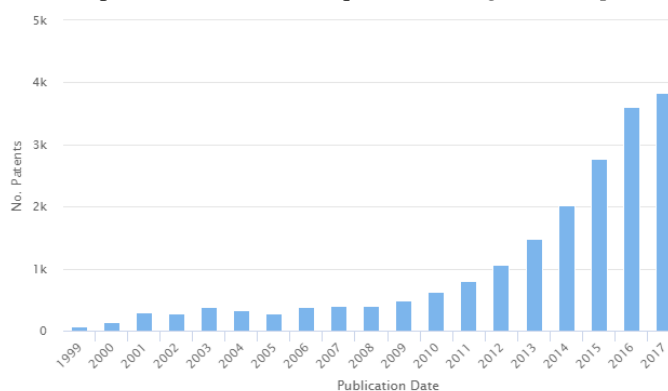
Las Figuras 14 y 15 muestran los resultados para los términos de búsqueda “*smart meter AND public acceptance*” y “*smart grid AND public acceptance*”, respectivamente.

Figura 14. Resultados para el término de búsqueda “*smart meter AND public acceptance*”



Fuente: Free Patents Online (sitio web <http://www.freepatentsonline.com/>).

Figura 15. Resultados para el término de búsqueda “*smart grid AND public acceptance*”

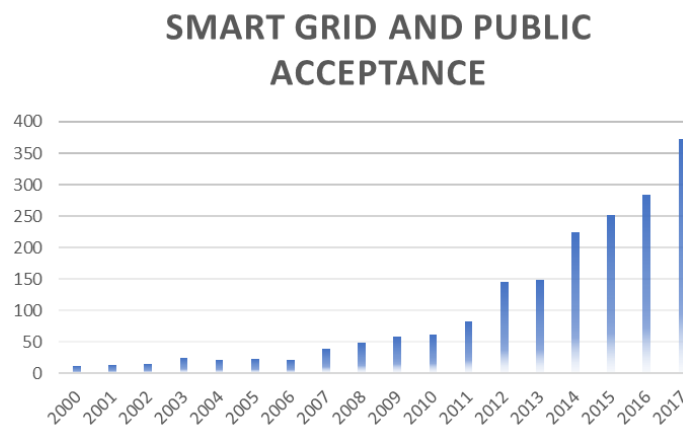


Fuente: Free Patents Online (sitio web <http://www.freepatentsonline.com/>).

ScienceDirect

Con el término de búsqueda “*smart grid AND public acceptance*” se encontraron 2090 artículos, como se muestra en la Figura 16.

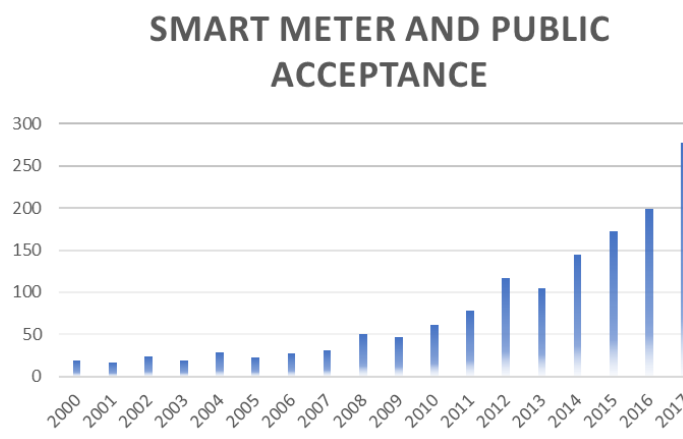
Figura 16. Número de publicaciones para el término de búsqueda “*smart grid AND public acceptance*”



Fuente: ScienceDirect (sitio web <https://www.sciencedirect.com/>).

Y para el término de búsqueda “*smart meter AND public acceptance*” se obtuvieron 1689 artículos, como se muestra en la Figura 17.

Figura 17. Número de publicaciones para el término de búsqueda “*smart meter AND public acceptance*”



Fuente: ScienceDirect (sitio web <https://www.sciencedirect.com/>).

De las figuras anteriores se puede concluir que existe información suficiente relacionada con los métodos para impulsar la aceptación del público y las herramientas necesarias para su desarrollo; no obstante, cuando se revisaron alrededor de 200 artículos, se encontró que no necesariamente mencionaban las soluciones, sino que solo hacían referencia a la importancia de la aceptación del público en el futuro para seguir obteniendo los beneficios, pero sin dar las herramientas para hacerlo. Algo similar ocurre con alto número de patentes.

5.2.1 Revisión de artículos científicos

A continuación se presentan los artículos que ofrecen soluciones para impulsar la aceptación del público de las SG y los SG y las herramientas necesarias para su desarrollo.

Desarrollo de un juego de SG estratégico para crear conciencia de la red a través de los juegos (Kiong y Logenthiran, 2016)

Esta investigación se centró en el diseño y desarrollo de juegos basados en el concepto de la SG para educar y sensibilizar. Las estrategias de persuasión propuestas pueden influir en el comportamiento, el conocimiento y la toma de decisiones. El juego fue probado en 200 personas, que mostraron interés e indicaron que lo recomendarían a sus amigos.

En relación con la importancia de los juegos, la toma decisiones basadas en experiencias pasadas es muy alta, y competir o querer ganar hace que esta estrategia sea especialmente efectiva. El juego, llamado El concepto *smart grid*, fue desarrollado sobre la base de la SG, donde los jugadores pueden construir generadores en sus casas mediante la mejora de las viviendas para disminuir el consumo de energía; esto hará que gasten menos dinero en la producción de electricidad de la planta de energía y más dinero en los generadores renovables (Kiong y Logenthiran, 2016).

Algunos tipos de estos generadores como los hidráulicos, los solares y los eólicos están disponibles para que los jugadores construyan y suministren más energía renovable y consuman menos de la de las plantas convencionales, que causan contaminación. Esta última simula los efectos del calentamiento global y es representada volteando la tarjeta meteorológica para determinar el tiempo de la ronda e indicar a los jugadores qué clima se tiene y cómo los afectan. El juego abarca muchos escenarios que ocurrieron en la realidad y se juega en 48 rondas para simular 48 semanas.

Las estrategias de persuasión a través de los juegos son muy importantes, ya que contienen técnicas que cambian la mentalidad y el comportamiento de una persona. Por ejemplo, simular una experiencia y personalizar la competencia y el reconocimiento son útiles en la educación para persuadir a alguien de cambiar su pensamiento y sus comportamientos; además, le plantea a una persona un escenario similar a la realidad y permite que gane experiencia con base en situaciones pasadas.

Una vez finalizada la prueba, la encuesta realizada a los 200 jugadores participantes demostró que en verdad conocieron muchos más aspectos de las SG. La Figura 18 muestra el tablero del juego y sus componentes.

Figura 18. Tablero y accesorios del juego El concepto *smart grid*



Fuente: Kiong y Logenthiran (2016).

YouPower: una plataforma de código abierto para el intercambio de información de los usuarios de la SG orientada a la comunidad (Huang, 2017)

YouPower es una plataforma abierta diseñada para concientizar a las personas acerca del uso de la energía y fomentar su consumo sostenible en las comunidades. La plataforma se diseñó en colaboración con los usuarios de los sitios de pruebas –suecos e italianos– para mejorar el diseño y aumentar la participación del público.

El diseño está orientado a la comunidad y se compone de secciones que unen energía y datos en acciones de energía, proporcionan comparaciones en diferentes niveles para generar señales dinámicas de tiempo de uso, ofrecen ahorro de energía, sugerencias y apoyan los aspectos sociales. Su objetivo es cambiar el comportamiento de las personas en el consumo de energía y facilitar el proceso hacia la energía sostenible, donde los resultados muestren que la intervención energética orientada a la comunidad tiene el potencial de mejorar significativamente la participación de los usuarios.

YouPower cuenta con una aplicación móvil de SG que conecta a los usuarios con amigos, familias y comunidades para aprender y tomar acciones relevantes relacionadas con la energía; además, fomenta un estilo de vida respetuoso con el medioambiente, los datos de producción son casi en tiempo real y la información histórica se conserva (Huang, 2017). El objetivo del proyecto es hacer que la energía sea más visible desde los puntos de vista medioambiental y social.

Permitirles a los usuarios practicar y adaptar libremente el proceso les generó la autonomía que promueve y mejora la motivación para el cambio de comportamiento (Ryan y Deci, 2000). La Figura 19 muestra algunas visualizaciones para la gestión inteligente de la energía.

Figura 19. Consumo y gestión de la energía en tiempo real en los hogares



Fuente: Huang (2017).

Aceptación y participación de los clientes en las SG: una visión general (Ellabban, 2016)

Este artículo hace referencia al hecho de que para el desarrollo de las tecnologías SG se requiere la aceptación por parte de los clientes, y que su falta de participación puede obstaculizar el desarrollo tecnológico. Se necesita, entonces, una investigación intensiva para lograr una mejor comprensión de lo que hace que los consumidores acepten estas tecnologías. La Figura 20 muestra la participación de los clientes en las SG.

Figura 20. Participación de los clientes en las SG



Fuente: Ellabban y Abu-Rub (2016).

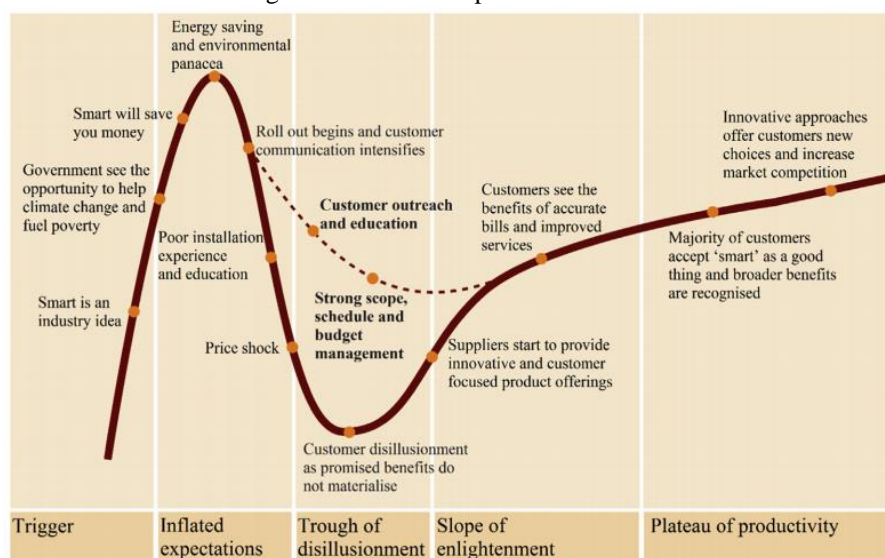
La noción del consumo de energía se puede entender investigando las interacciones entre las normas cognitivas (creencias, entendimientos), los materiales (tecnologías, forma de construcción) y las prácticas energéticas (actividades, procesos).

Existen muchas maneras de tener mayor aceptación de las SG, y en la literatura se ha encontrado que un buen modelo para implementarla es el modelo de aceptación tecnológica (*technology acceptance model*, en adelante TAM) –que será explicado en detalle más adelante–. En primer lugar, el desarrollo de estas tecnologías debe centrarse en la facilidad y la simplicidad de la interfaz del usuario a través de visuales claras, configuraciones intuitivas y pasos simples para establecer preferencias y configuraciones predeterminadas. En segundo

lugar, que para su comercialización social y éxito político se deben destacar los beneficios de las SG, incluidos los financieros a largo plazo; al proporcionar a los consumidores información sobre el ahorro económico y la cantidad de emisiones se fomenta el establecimiento de preferencias y el cuidado del medioambiente. Y en tercer lugar, el uso de pilotos previos a la implementación ayuda a aumentar la visibilidad y a reducir las preocupaciones de los consumidores.

Involucrar a los clientes en la gestión eficiente del uso de la electricidad será un factor clave de éxito para las empresas que desean promocionar las SG. Como se muestra en la Figura 21, el alcance y la educación del consumidor pueden ayudar a las empresas a prevenir el punto de desilusión y aceleran notablemente la aceptación y el despliegue de las tecnologías por parte de los clientes (Zanden, 2011). Los programas de SG internacionales ya están usando múltiples canales para atraer a sus clientes: comunicados de prensa, eventos de medios, comunicación cara a cara, correos electrónicos/boletines, informes públicos, sitios web, premios, llamadas telefónicas, líneas directas, mensajes de correo, publicidad televisiva, impresión de publicidad y redes sociales (Ellabban y Abu-Rub, 2016), como una tarea para aumentar la conciencia del cliente, su conocimiento, confianza y participación.

Figura 21 Ciclo de expectativa de la SG



Fuente: Ellabban y Abu-Rub (2016).

Los proveedores de energía deben desarrollar diferentes relaciones con los clientes centrándose en tres áreas principales (Zanden, 2011):

1. Conocer al consumidor: los consumidores se clasifican según sus actitudes y valores en relación con el medioambiente y su sentimiento individual de responsabilidad.
2. Acercarse al consumidor: la facturación es la única interacción actual entre los proveedores de energía y los consumidores; se requieren nuevas habilidades para interactuar con ellos en torno a la eficiencia energética y la medición inteligente.

3. Ofrecer eficiencia energética: los clientes tienen diferentes preferencias en relación con los programas en función del precio y el impacto ambiental (Zanden, 2011).

Aceptación responsable de la tecnología: desarrollo del modelo y aplicación a la aceptación del consumidor de la tecnología SG (Broman, Schuitema y Thøgersen, 2014)

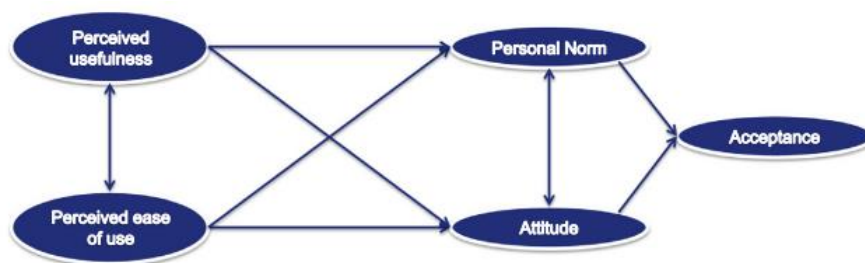
Es relevante estudiar la aceptación de las nuevas tecnologías SG por medio del TAM; sin embargo, para captar la importancia de los motivos ambientales, se propone que el TAM sea combinado con el modelo de racionamiento moral (en adelante NAM).

Según el TAM, la aceptación de una nueva tecnología depende de creer que la tecnología es fácil de usar y es útil para alcanzar un objetivo personal; por su parte, el NAM propone que las personas actúan de una manera prosocial con fundamento en una norma personal o en un sentimiento de obligación moral (Knez, 2016). El TAM y el NAM integrados consideran tanto la evaluación de la usabilidad funcional por parte del individuo como la del sentimiento de obligación moral o deber como ciudadano responsable. Este modelo integrado se denominará modelo de aceptación tecnológica responsable (en adelante RTAM).

RTAM

La tecnología que se enfoca en este estudio se materializa en un producto físico: un SM con control remoto, desarrollado para regular el consumo de electricidad de los consumidores. La funcionalidad del equipo hace que sea probable que los consumidores lo perciban como un sistema de información, ya que proporciona, en un computador, la retroalimentación sobre el consumo de electricidad del hogar y su precio. Este modelo se muestra en la Figura 22.

Figura 22. Modelo de aceptación tecnológica responsable (RTAM)



Fuente: Broman, Schuitema y Thøgersen (2014).

La aceptación de la tecnología se midió al pedirles a los usuarios que imaginaran que su compañía de electricidad desea instalar en sus hogares, por ejemplo, un SM sin costos adicionales, y si estarían dispuestos a aceptarlo. Las posibilidades de respuesta fueron las siguientes: 1) “Sí: me gustaría tener un medidor inteligente con control remoto instalado en

mi casa”; y 2) “No: no quiero tener un medidor inteligente con control remoto instalado en mi casa”.

La facilidad de uso percibida, la utilidad percibida, la actitud y las normas personales se midieron con tres elementos, cada uno en escalas de uno a siete. Todos los ítems, excepto los de actitud, se midieron en escalas desde “fuertemente en desacuerdo” (1) hasta “muy de acuerdo” (7).

La facilidad de uso percibida (PEU) se midió con los siguientes elementos: 1) “Será fácil usar medidores inteligentes con control remoto”; 2) “Espero que tener un medidor inteligente con control remoto no requiera ningún esfuerzo de mi parte”; y 3) “Será fácil aprender a operar un medidor inteligente con control remoto en mi hogar”.

La utilidad percibida (PU) se midió con los siguientes elementos: 1) “Un medidor inteligente con control remoto mejorará la eficiencia de mi uso de electricidad”; 2) “El medidor inteligente con control remoto me permitirá ajustar mi consumo de electricidad para que pueda beneficiarme de las fluctuaciones en los precios de la electricidad”; 3) “El medidor inteligente con control remoto contribuirá a un suministro eléctrico confiable”.

Las normas personales (PN) se midieron con los siguientes elementos: 1) “Es mi deber instalar un medidor inteligente con control remoto, si es necesario, para tener un suministro eléctrico responsable con el medioambiente y que funcione bien”; 2) “Siento la obligación moral de tener instalado un medidor inteligente con control remoto, independientemente de lo que otros hagan”; y 3) “Tener instalado un medidor inteligente con control remoto es lo correcto”.

Las actitudes hacia la instalación de la tecnología SG (ATT) se midieron con tres elementos bipolares en escalas de uno a siete: “Tener un medidor inteligente con control remoto instalado en mi hogar sería”: 1) “Muy negativo”; “Muy positivo”; 2) “Muy malo”; “Muy bueno”; 3) “Muy inseguro”; “Muy seguro”.

El puntaje promedio para la actitud (ATT) es más bajo en Noruega que en Suiza ($p < 0.05$), y el puntaje promedio para las normas personales es más bajo en Noruega que en Dinamarca y Suiza ($p < 0.001$). El puntaje promedio para la facilidad de uso percibida (PEU) es significativamente mayor en Suiza, en comparación con Dinamarca y Noruega. No existen diferencias entre los países en los puntajes promedio de la utilidad percibida (PU). La tasa de aceptación es superior al 50 % en los tres países, siendo la muestra danesa la que tiene la tasa de aceptación más alta, seguida de Noruega y, finalmente, de Suiza (Broman, Schuitema y Thøgersen, 2014).

En el estudio, se encontró que el RTAM predice con éxito la aceptación de la tecnología SG en tres países. En línea con estudios previos, este confirma la importancia de que la tecnología sea percibida como útil y fácil de usar (Belanche, Casaló y Flavián 2012).

A diferencia de lo que a menudo se supone, los beneficios individuales no son el único impulsor de la aceptación de la tecnología. Las consideraciones sociales y ambientales son impulsoras significativas de la aceptación de tecnologías que benefician principalmente el medioambiente y a la sociedad en general. Esta conclusión es especialmente importante a la luz de investigaciones recientes, que demuestran que puede ser contraproducente hacer

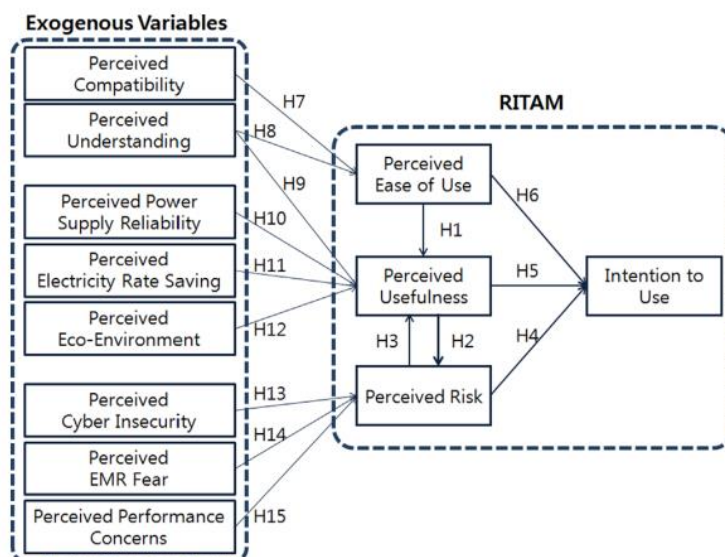
hincapié en los beneficios individuales cuando se promueve un comportamiento proambiental (Bolderdijk *et al.*, 2012).

La comunicación que enfatiza los beneficios sociales y ambientales evoca sentimientos positivos –a las personas les gusta verse a sí mismas como verdes–, pero la comunicación que enfatiza los beneficios privados –ahorrar en la factura de electricidad– no lo hace. En cambio, hacer hincapié en los beneficios financieros puede provocar sentimientos de avaricia, que no es la forma en que a la mayoría de la gente le gusta verse a sí misma. Esto es muy importante cuando los beneficios privados son limitados y los beneficios sociales y ambientales mayores –como en las SG (Bolderdijk *et al.*, 2012).

Un estudio de los factores que mejoran el compromiso de los consumidores de la red inteligente (Park, Kim H.-J. y Kim Y.-S., 2014)

Para examinar la aceptación de una SG, este estudio diseña un modelo tomando la relación de dos variables, riesgo percibido y beneficio percibido, como mutuamente negativas. El modelo de investigación se establece agregando al TAM el riesgo percibido como una variable exógena, así, *Risk Integrated TAM* se convierte en el RITAM, como se muestra en la Figura 23.

Figura 23. Modelo de investigación RITAM



Fuente: Park, Kim H.-J. y Kim Y.-S. (2014).

El RITAM establece las siguientes hipótesis:

- H1: la facilidad de uso percibida (PEU) tiene un efecto positivo (+) en la utilidad percibida.
- H2: la utilidad percibida (PU) tiene un efecto negativo (–) en el riesgo percibido.
- H3: el riesgo percibido tiene un efecto negativo (–) en la utilidad percibida.
- H4: el riesgo percibido tiene un efecto negativo (–) en la intención de uso.
- H5: la utilidad percibida (PU) tiene un efecto positivo (+) en la intención de uso.
- H6: la facilidad de uso percibida (PEU) tiene un efecto positivo (+) en la intención de uso.
- H7: la compatibilidad percibida tiene un efecto positivo (+) en la facilidad de uso percibida (PEU).
- H8: el entendimiento percibido tiene un efecto positivo (+) en la facilidad de uso percibida (PEU).
- H9: el entendimiento percibido tiene un efecto positivo (+) en la utilidad percibida (PU).
- H10: la fiabilidad de la fuente de alimentación percibida tiene un efecto positivo (+) en la utilidad percibida (PU).
- H11: el ahorro de la tasa de electricidad percibido tiene un efecto positivo (+) en la utilidad percibida (PU).
- H12: el ecoentorno percibido tiene un efecto positivo (+) en la utilidad percibida (PU).
- H13: la inseguridad cibernética percibida tiene un efecto positivo (+) en el riesgo percibido.
- H14: el miedo a la radiación electromagnética (EMR) tiene un efecto positivo (+) sobre el riesgo percibido.
- H15: las preocupaciones de rendimiento percibidas tienen un efecto positivo (+) en el riesgo percibido.

La encuesta fue realizada por Korea Research Company en 2012 a 300 adultos de Corea del Sur, en las localidades de Busan, Incheon y Daegu, a través de entrevistas personales para la recolección de datos para el análisis empírico.

Para el cuestionario se usó la escala de siete puntos de Likert. En las preguntas sobre el uso de la red inteligente, la respuesta “No estar de acuerdo en absoluto” equivale a 1, y “Totalmente de acuerdo”, a 7.

En este estudio, los factores de aceptación de los consumidores de la SG –incluido un factor irracional: el riesgo percibido– se examinaron con el TAM existente basado en la teoría de la acción razonada. En estudios precedentes hubo algunos casos que consideraron la percepción de riesgo en el uso de una tecnología como una variable externa, aunque son raros aquellos que la consideran como una variable endógena como la utilidad percibida (PU), la facilidad de uso percibida (PEU) y la intención de uso. Aquí, como se mencionó, se agrega una variable endógena separada (el riesgo percibido), y como variables externas que tienen

influencia sobre esta están el riesgo social/psicológico, el riesgo funcional/económico y los factores de riesgo físico que se reflejan en el modelo, al examinar más a fondo la percepción de riesgo en el uso de la SG (Park, Kim H.-J. y Kim Y.-S., 2014).

Los resultados señalan que es importante mejorar la comprensión de los consumidores ofreciendo educación y relaciones públicas orientadas a ellos. El análisis muestra que la comprensión de la SG mejora las percepciones de facilidad de uso y de utilidad. Las fuentes de información sobre los SM o la SG pueden ser diversas, ya que se trata de agencias gubernamentales, institutos de investigación y grupos de consumidores, por lo que el intercambio de información debe coordinarse para no causar confusión e incompreensión entre los consumidores.

Otro atajo para garantizar la aceptación es el de reducir la conciencia sobre la preocupación por la radiación electromagnética de los SM, que se destaca como la percepción más fuerte de riesgo. Aunque los medios aún no han abordado este asunto de manera intensiva, los consumidores sienten temor de que la radiación electromagnética de los SM sea grave, y para disipar esta preocupación se debe tratar el problema de forma transparente. La agencia reguladora debe verificar y confirmar que todos los SM ya instalados o que vayan a serlo cumplan con el estándar para la radiación electromagnética.

Las preocupaciones sobre el mal funcionamiento y la inseguridad cibernética también afectan la percepción de los riesgos; por lo tanto, es necesario informar al público que los dispositivos de SG se someten a pruebas rigurosas antes de abandonar la planta de fabricación y son verificados por el organismo regulador (Park, Kim H.-J. y Kim Y.-S., 2014). También es importante fortalecer el estándar para la privacidad de la SG y la seguridad cibernética.

Además, para mejorar la compatibilidad de los productos y servicios de las SG es importante mejorar la intuición de una interfaz de usuario de la red inteligente. Como Facebook o Google, que muestran los datos como si no lo fueran, es necesario que los datos de energía se vuelvan más amables y fáciles de usar.

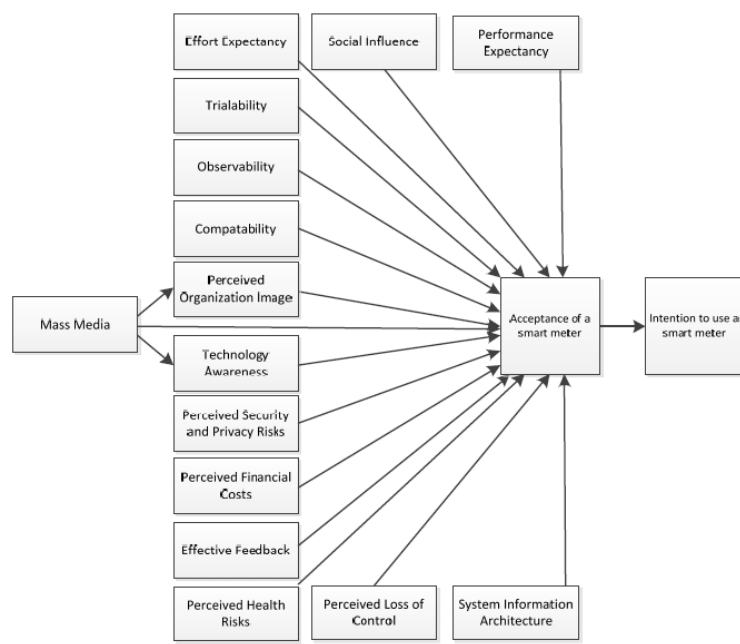
Aceptación de tecnologías sensibles a la privacidad: medición inteligente. Caso en Países Bajos (Alabdulkarim, 2012)

En este artículo se discutió el concepto de la aceptación de la tecnología de medición inteligente y su importancia dando una visión general de los modelos y teorías de aceptación de tecnología más conocidos en la literatura. Finalmente, se presentó un modelo de aceptación de la tecnología de medición inteligente. El modelo es una combinación de dos teorías ampliamente utilizadas: *unified theory of acceptance and use of technology* (UTAUT) e *interpersonal deception theory* (IDT) –que serán definidas más adelante–, y se amplió con los determinantes de aceptación que se derivaron del sistema de medición inteligente en el contexto holandés. Los próximos pasos de esta investigación son la administración de un cuestionario dirigido a medir cada uno de los determinantes de aceptación en el modelo y

probar las relaciones hipotéticas entre estos determinantes, y la aceptación y el uso previsto de un SM (AlAbdulkarim y Lukszo, 2011).

Los resultados del análisis pretenden traducirse en recomendaciones en forma de pasos que deben llevar a cabo los legisladores, los formuladores de políticas y los desarrolladores de sistemas para influir en las políticas actuales y en el diseño del sistema. La propuesta del modelo se muestra en la Figura 24.

Figura 24. Modelo de aceptación para los SM



Fuente: AlAbdulkarim y Lukszo (2011).

Servicios habilitadores para las SG (Xenias *et al.*, 2015)

Este artículo hace referencia a tres servicios habilitadores para los SM y sus vínculos con el bienestar: la automatización, las recompensas comunitarias y la gamificación e intercambio de datos.

Automatización

Se basa en la idea de la automatización de los electrodomésticos, donde los consumidores autorizan a los proveedores de energía a controlar sus aparatos por medio de una pantalla interactiva que les permite elegir entre dos niveles de automatización: óptimo (automatización completa) y anulación (menos control del sistema). Estas opciones le dan al usuario la sensación de control cuando en realidad es el sistema el que tiene el control de los electrodomésticos. “Óptimo” significa que si la energía de un consumidor es facturada según una tarifa de respuesta a la demanda, el sistema ahorrará su uso en las horas punta. “Anulación” significa que el usuario es el único responsable de controlar su consumo de

energía. Ambos extremos tienen diferentes niveles de conveniencia, inconveniencia y recompensa, en los que los participantes podrían ser recompensados por su participación; por ejemplo, un pago único al año dependiendo del nivel de automatización que permitan.

Recompensas comunitarias

Los miembros de la comunidad podrán suscribirse a servicios que les permitan ganar puntos por sus comportamientos personales en el uso de la energía en el hogar, y tienen la opción de ser identificables por otros miembros o permanecer anónimos. Estas comunidades pueden formarse, por ejemplo, en los colegios, de manera presencial o virtual. La comunidad tiene una página web de ahorro de energía que también podría vincularse a las redes sociales.

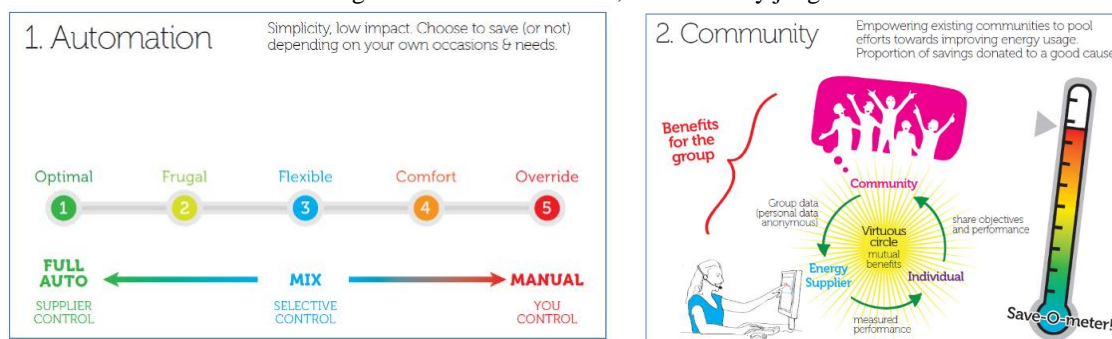
La comunidad identifica colectivamente la recompensa que le gustaría recibir: un nuevo patio de recreo o equipos para el vivero, entre otros, y finalmente se la recompensa cuando alcanza un objetivo determinado. El aspecto de recompensa de bienestar de este servicio está en el espíritu de comunidad: conectarse con otros, ser parte de una causa más grande.

Gamificación e intercambio de datos

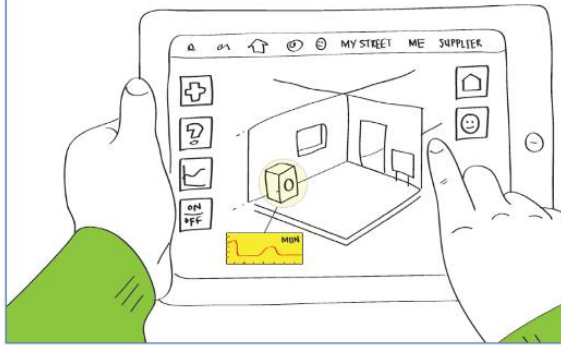
Este servicio incluye el uso de una plataforma de juegos en línea para comparar el uso de energía de unos hogares con otros y recibir recompensas en forma de puntos o desbloquear nuevos aspectos o niveles del juego. Estos puntos podrían ser utilizados como parte de los esquemas que ofrecen descuentos para los consumidores.

El perfil del usuario podría desarrollarse a medida que su puntuación crezca, al igual que otros juegos en línea de Facebook. Se espera que, como una herramienta de aprendizaje, el aspecto competitivo atraiga a ciertos tipos de consumidores. Los tres aspectos presentados se muestran en la Figura 25.

Figura 25. Automatización, comunidad y juego



3. Game

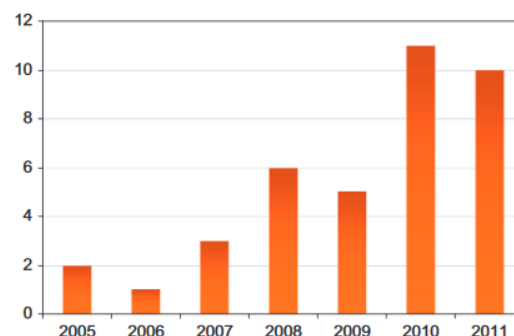


Fuente: Xenias *et al.* (2015).

Compromiso del consumidor: una visión de los proyectos de SG en Europa (Gangale, Mengolini y Onyeji, 2013)

Este artículo ofrece una visión de la participación de los consumidores en proyectos de SG en Europa que fueron examinados para identificar aquellos con enfoque en el compromiso del consumidor. Al final del proceso de selección, 55 de 219 proyectos estaban centrados en la participación de los consumidores. Aquellos seleccionados pusieron en relieve algunas actividades como la observación y la comprensión del consumidor, como se muestra en la Figura 26.

Figura 26. Número de proyectos enfocados en el compromiso del consumidor



Fuente: Gangale, Mengolini y Onyeji (2013).

Un primer paso necesario hacia el compromiso de los consumidores es concientizarlos y brindarles información sobre las nuevas tecnologías inteligentes a través de folletos, servicios de consultoría y ferias. Para lograr el compromiso del consumidor, la infraestructura de los SM y el suministro de información detallada serán suficientes. Para activar el cambio de comportamiento, los proveedores de energía deben crear confianza y aprovechar las motivaciones y los valores del consumidor incluyéndolos en sus estrategias de participación.

Participación de los clientes en las redes sociales móviles para las SG: tendencias y desafíos emergentes (Moreno Muñoz, Bellido Outeirino, Siano y Gómez Nieto, 2016)

En términos de mercadeo, las tácticas de participación del cliente se basan en hacer que la persona sienta que es parte de la empresa y que es el responsable más importante de la calidad del servicio y de la marca. No es suficiente para las empresas tener un centro de llamadas para responder a las necesidades de los clientes: estos necesitan un servicio personalizado y que su nueva experiencia sea satisfactoria; en otras palabras, que no les exija mucho esfuerzo (Moreno Muñoz, Bellido Outeirino, Siano y Gómez Nieto, 2016).

Cada cliente necesita implicarse con su marca y sentirse cómodo e identificado. Para empresas como Coca-Cola, P&G, Adidas, Benetton, etc., esta tarea puede ser relativamente fácil, con un segmento de clientes bien definido; pero para las empresas del sector de la energía esta búsqueda es más compleja, debido a la desconfianza acumulada en relación con los precios, los cambios de las tarifas y los servicios (Moreno Muñoz, Bellido Outeirino, Siano y Gómez Nieto, 2016).

El compromiso y la fidelidad del cliente caminan juntos, y las acciones que para ello deben perseguir son las siguientes (Moreno Muñoz, Bellido Outeirino, Siano y Gómez Nieto, 2016):

1. Personalización: hacer que el cliente se sienta especial. Una estrategia eficaz para la promoción de la lealtad y la conversión del cliente en un embajador de la marca: un “prosumer”.
2. Exclusividad: recompensar a los clientes leales con acceso, información y ofertas exclusivas. Hacer que se sientan muy importantes es una excelente manera de que se identifiquen con una marca.
3. Aplicaciones móviles: estas aplicaciones ofrecen una conexión en cualquier momento y son una línea abierta para la comunicación bidireccional entre el cliente y el sistema, para desarrollar opciones de mercadeo.
4. Gamificación: recompensar a los clientes por su colaboración en la difusión de una marca o un producto. Las redes sociales desempeñan un papel muy importante: acciones del cliente como “Me gusta” pueden ser recompensadas con ofertas exclusivas (Moreno Muñoz, Bellido Outeirino, Siano y Gómez Nieto, 2016).

Visión sociopolítica de la implementación de las SG: una encuesta (Spiesova y Maga, 2016)

A partir de diversos estudios, este artículo trata sobre la aceptación del público para responder a la percepción de la sociedad a esta nueva tecnología, cuáles son las fuentes de influencia y qué se debe hacer para lograr la implementación de las SG con el menor número posible de obstáculos.

Los clientes tienen que sentir y entender las habilidades de las tecnologías; de esta forma, el SM tiene que ser significativo para los usuarios; de lo contrario, se rehúsan a usarlo. Las SG no solo introducen nuevos conocimientos y procesos, sino que significan una modificación en los roles, ya que el usuario es un participante activo responsable de numerosas tareas y ocupaciones. Las estrategias de mercadeo social adecuadamente planificadas pueden jugar un papel importante en la práctica cotidiana, pues pueden abrir la puerta para la aceptación ecológica y social entre los clientes. Por el contrario, el fracaso en la creación de una estrategia de mercadeo convincente tiene consecuencias negativas.

Esta investigación ha encontrado que en los principales periódicos de Estados Unidos hay 3,7 veces más artículos que mencionan los beneficios de la SG que los riesgos. La tecnología de las SG debe ser considerada como una parte importante de los aspectos tecnológicos y socioeconómicos; entre estos se destacan los siguientes (Spiesova y Maga, 2016):

- Empleo: en Estados Unidos, en el período 2009-2012 se crearon 280 000 nuevos puestos de trabajo directos en relación con las SG, entre ellos, para ingenieros. Los ingresos por año son de más de USD 215 millones. Además, se esperan miles de nuevos empleos más hasta 2030 (Pullins, 2010).
- Los nuevos requisitos de formación: las nuevas tecnologías se basan en una nueva actitud del profesional, que debe ser capaz de adaptarse a cambios rápidos, comprender y presentir las necesidades de los clientes, y tener un alto nivel de experticia reguladora.

Revisión entre países de la adopción de las SG en edificios residenciales (Chou *et al.*, 2015)

El modelo de adopción de los SM utilizado en este estudio toma como referente el modelo TAM –el más ampliamente utilizado en las TIC– y permite desarrollar un nuevo modelo de investigación de la adopción de los SM.

Los datos de las encuestas llevadas a cabo en Taiwán, Corea del Sur, Indonesia y Vietnam arrojaron las siguientes conclusiones: las empresas de servicios públicos deben formular políticas claras, inequívocas y adecuadas para evitar la inercia en los principales accionistas, y deben proporcionar el personal técnico necesario las 24 horas del día para responder a los problemas de medición inteligente residencial. Para evitar los despidos causados por el sistema, el personal empleado actualmente para la lectura manual puede ser reasignado a esta tarea. Los consumidores, que perciben los SM como tecnológicamente complejos, deben recibir una formación adecuada. Asimismo, debe probarse un piloto del sistema de medición en un área determinada, y trabajar en un sistema de seguridad de múltiples capas para proteger la privacidad del consumidor y la información personal; en adición a los ID de usuario, el sistema de seguridad debe requerir contraseñas e incluir un sistema de verificación. Finalmente, el funcionamiento del sistema de medición inteligente

debe ser sencillo y fácil de entender; para ello, es necesario la cooperación del sector de las telecomunicaciones.

5.3 Propuestas con base en las teorías de adopción y apropiación de tecnología que permitan una mayor participación de los usuarios en el despliegue de las SG en Colombia

Cuando las personas se acercan a una nueva tecnología, reúnen y sintetizan información relativa a ella en el marco del sistema social en el que se encuentran. Como resultado de este proceso se generan una serie de creencias sobre su uso que determinan cómo la aceptan o la rechazan; en otras palabras, las creencias son el motor de la decisión de adoptarla. Así, el proceso de adopción es la decisión de usar o no una innovación (Rogers, 1992).

A continuación se presentan algunos de los principales modelos de adopción o apropiación que analizan el comportamiento del usuario. Estos modelos vienen desarrollándose a partir del interés en conocer cuáles son los factores determinantes que influyen en el proceso de adopción de una tecnología. Disponer de este conocimiento, previo a la implantación de una tecnología, puede proporcionar la oportunidad de influir en el proceso, con el fin de conseguir que la innovación se adopte de la forma más rápida y eficaz posible.

Los modelos de adopción tecnológica se basan en las teorías relacionadas con el comportamiento del individuo a partir de sus creencias y actitudes. La investigación en este campo ha dado lugar a varios modelos teóricos, con raíces en los sistemas de información, la psicología, la sociología y la administración. A continuación, se describen los principales modelos (Fernández Cardador, 2015).

5.3.1 Teoría de la difusión de innovaciones (IDT)

La definición de innovación depende del autor, aunque siempre existe un denominador común: se trata de una idea hecha realidad o llevada a la práctica. También existe cierto consenso sobre la innovación en términos de que es un factor clave que explica la competitividad de las empresas y que, junto con el capital humano, constituyen la base de las economías industriales avanzadas (Aldasoro Alustiza, Cantonnet Jordi y Cilleruelo Carrasco, 2012).

Existen diferentes tipos de innovaciones: tecnológica, organizativa, social y comercial. La difusión de las innovaciones se define como el proceso mediante el cual una innovación es comunicada a lo largo del tiempo y a través de ciertos canales a los integrantes del sistema social (Fernández Cardador, 2015). En este proceso se deben tener en cuenta cuatro elementos principales:

- La innovación: es la idea, práctica u objeto que es percibido como algo nuevo por el individuo o el sistema social.

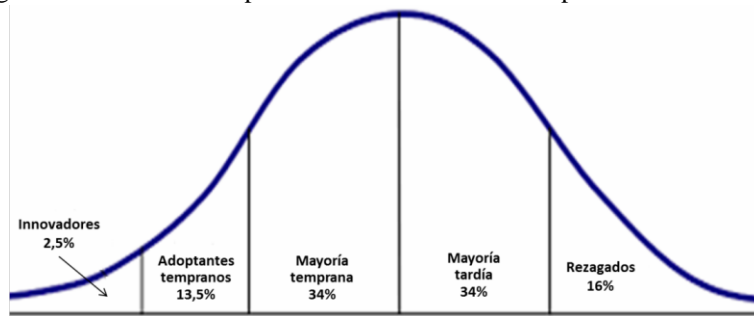
- Los canales de comunicación: son el medio mediante el cual llegan los mensajes sobre la innovación a los individuos del sistema social.
- El tiempo: es un factor clave en la adopción de una innovación, dada su variabilidad como función de la propia innovación en sí misma y del sistema social.
- El sistema social: un conjunto de unidades interrelacionadas que colaboran de forma conjunta para llevar a cabo un objetivo común.

Para clasificar a las personas de un sistema social ante el proceso de difusión se establecen las siguientes categorías (Martínez, 2012):

- Los innovadores: son los primeros en adoptar una nueva tecnología. Se caracterizan por tener una actitud emprendedora, disponen de recursos, saben usar y aplicar la nueva tecnología y están dispuestos a aceptar la incertidumbre y el riesgo.
- Los adoptantes tempranos: están más integrados en el sistema social y son normalmente a quienes acuden los demás en busca de ayuda y consejos. Son más cautos en el uso de la tecnología; por ello, la utilizan de forma mesurada y exitosa y, por lo tanto, sirven de modelo para los demás integrantes del sistema.
- La mayoría temprana: emplea mucho más tiempo que los grupos anteriores en adoptar una tecnología, pero, una vez que toma la decisión, la innovación se difunde con mucha mayor rapidez.
- La mayoría tardía: se caracteriza por estar formada por personas bastante escépticas ante nuevas ideas o tecnologías, y que, por lo tanto, se comportan de forma más cautelosa a la hora de probar cualquier innovación. Solo se deciden a adoptarlas cuando ya han desaparecido los riesgos relacionados.
- Los rezagados: se caracterizan por ser los más conservadores del sistema y son excesivamente cautos para explorar tecnologías, ya que tienen al pasado como punto de referencia. Este grupo es necesario y no debe ser calificado negativamente, ya que es el que le da continuidad al sistema y decide adoptar una innovación cuando es absolutamente necesario.

La Figura 27 muestra la actitud de las personas en función de la adopción de innovaciones.

Figura 27. Actitud de las personas en función de la adopción de innovaciones



Fuente: Rogers (1962).

Adopción de las innovaciones

A diferencia del proceso de difusión que se desarrolla dentro del sistema social, el proceso de adopción es un proceso individual que consiste en la aceptación de la innovación por parte del individuo. Este proceso se desarrolla en cinco etapas:

Conocimiento

El individuo se expone a la existencia de la innovación. El conocimiento sobre la innovación puede llegar a través de diferentes canales de comunicación: en forma de publicidad, boca a boca, educación formal o capacitación.

Persuasión

El individuo se forma una opinión sobre la innovación. Esta opinión puede ser favorable o desfavorable. La actividad principal en esta etapa es de tipo afectivo.

Decisión

En este punto la persona optará entre no adoptar el nuevo producto (rechazo) o aceptarlo (adopción). Por lo general, la decisión de adoptar o rechazar se hará basándose en un período de prueba.

Implementación

La persona ya está utilizando la innovación. El proceso deja de ser estrictamente mental para pasar a la acción real. En esta etapa se trata de descubrir si el conocimiento inicial y la percepción de la innovación corresponden con la realidad o no. Esta fase termina cuando la innovación se convierte en una parte integral de la vida.

Confirmación

Se confirma o se revoca la decisión tomada en la etapa anterior. La razón de este cambio puede provenir de nueva información recibida acerca de la innovación, que puede haber generado algún tipo de conflicto con las creencias establecidas anteriormente.

5.3.2 Teoría de la acción razonada (TRA)

Esta teoría considera la intención de uso como el mejor predictor de la conducta de uso. La TRA se basa en la suposición de que los seres humanos toman decisiones racionales con base en la información disponible; en otras palabras, indica que el comportamiento, por ejemplo, hacia el uso de un sistema de información, se puede predecir por la intención, y que dicha intención está determinada por la actitud de la persona y por la norma subjetiva en relación con el comportamiento concreto. La actitud hacia el comportamiento describe los sentimientos positivos o negativos de un individuo sobre la conducta objetivo, mientras que la norma subjetiva se refiere a la percepción que tiene el individuo sobre lo que piensan aquellos que son importantes para él sobre si debe o no realizar la conducta (Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín, 2015).

La intención conductual se determina con base en dos factores principales:

Las actitudes personales

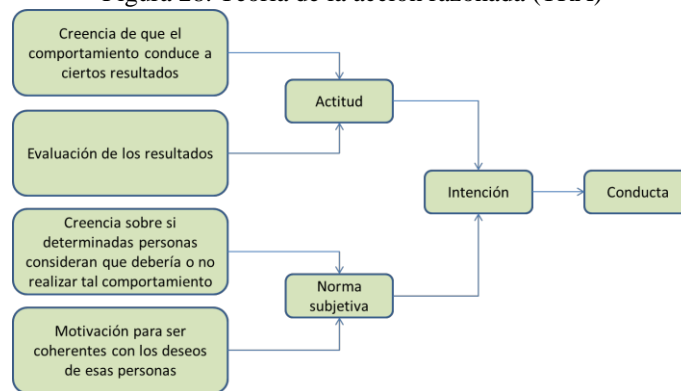
La predisposición que tiene el individuo a responder conscientemente de forma favorable o desfavorable con respecto a un objeto o estímulo.

La influencia social

Se denomina norma subjetiva, está asociada con los grupos sociales específicos, y es la que percibe un individuo cuando le indica si debe o no tener una conducta determinada. La norma subjetiva será de carácter positiva o negativa en función de la percepción que tenga el individuo sobre la aprobación o reprobación de su comportamiento en el grupo social correspondiente.

La principal debilidad de la TRA se deriva de la suposición de que el comportamiento estudiado se lleva a cabo bajo el control consciente y voluntario del individuo; esto quiere decir que la teoría solo es aplicable a comportamientos que de antemano se creen conscientes; así, las decisiones irracionales, las acciones habituales o cualquier otra conducta que no se considere de forma consciente no pueden ser explicadas mediante esta teoría. La Figura 28 muestra el modelo de la TRA.

Figura 28. Teoría de la acción razonada (TRA)



Fuente: Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín (2015).

5.3.3 Teoría cognitiva social (SCT)

La SCT plantea que el aprendizaje de las personas se lleva a cabo a través de un proceso compuesto de observación, imitación y modelado, es decir, las personas aprenden unas de otras poniendo en práctica estos conceptos. Los principios generales de esta teoría son los siguientes: 1) las personas son capaces de aprender observando el comportamiento de los demás; 2) del resultado de sus acciones es posible aprender sin que medie un cambio en la conducta; 3) las consecuencias de la conducta son claves en el proceso del aprendizaje; y 4) la cognición desempeña un papel especial en el aprendizaje (Aldasoro Alustiza, Cantonnet Jordi y Cilleruelo Carrasco, 2012).

La SCT se compone de cuatro procesos: la auto-observación, la auto-evaluación, la auto-reacción y la auto-eficacia. Estas componentes están relacionadas entre sí, y cada uno tiene su efecto en la motivación y el logro de metas (Lindly, Nario-Redmond y Noel, 2014).

- La auto-observación: puede informar y motivar, y se puede utilizar para evaluar el propio progreso hacia la consecución de los objetivos.
- La auto-evaluación: compara el rendimiento de un individuo con el rendimiento necesario para alcanzar una meta deseada.
- La auto-reacción: agrupa las reacciones a los resultados propios que pueden ser motivadores.
- La auto-eficacia: se refiere a los juicios de las personas acerca de su propia capacidad para realizar determinadas tareas (Lindly, Nario-Redmond y Noel, 2014).

5.3.4 Teoría del comportamiento planeado (TPB)

Es una evolución de TRA, y su principal objetivo es predecir los comportamientos no conscientes o voluntarios (Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín, 2015). Considerar las percepciones de control en la predicción de la conducta es relevante, ya que permite ampliar la aplicabilidad de la teoría a comportamientos que involucran conductas

más complejas. La Figura 29 muestra el modelo de la TPB.



Fuente: Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín (2015).

Limitaciones de la TPB

El modelo no tiene en cuenta otros factores afectivos que pueden tener influencia en la intención de conducta: el miedo, las amenazas y el estado de ánimo. Tampoco considera factores ambientales, económicos, ni las condiciones demográficas.

5.3.5 Modelo de aceptación de la tecnología (TAM)

El TAM utiliza la metodología de los valores esperados de la teoría de acción razonada y reemplaza las creencias actitudinales que estaban definidas en dicha teoría por dos nuevos aspectos: la facilidad de uso y la utilidad percibida; además de estas dos variables, se incluyen en el modelo la actitud hacia el uso de la tecnología y la intención de uso.

Con respecto al proceso de validación de los instrumentos utilizados en el TAM, se utilizaron métodos rigurosos para robustecer los cuestionarios que los investigadores emplearon para medir la aceptación de la tecnología por parte de los usuarios en diferentes situaciones; sin embargo, después de las validaciones correspondientes, durante el período de expansión del modelo se fueron agregando nuevas variables de estudio para poder explicar mejor la aceptación de la tecnología, situación que llevó a proponer el TAM 2. El modelo TAM será abordado en detalle más adelante.

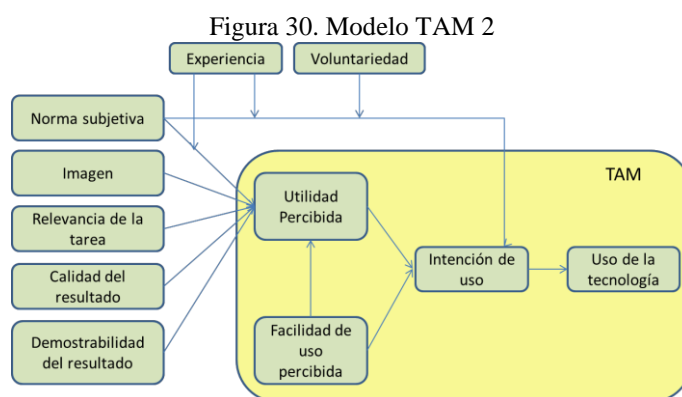
5.3.6 Modelo de aceptación tecnológica 2 (TAM 2)

Para construir el TAM 2 los autores incorporaron otros asuntos adicionales a los trabajados en el TAM; tres de ellos se relacionan con la influencia social: 1) la norma subjetiva; 2) la voluntariedad; y 3) la imagen. Además, agregaron constructos relacionados con los procesos cognitivos instrumentales: la pertinencia del trabajo, la calidad de salida, la demostrabilidad de los resultados y la facilidad de uso percibida (Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín, 2015).

Con respecto a la voluntariedad de uso en el TAM 2, se explica que en relación al contexto del uso de las computadoras, el cumplimiento de las normas subjetivas va más allá de la utilidad percibida y de la facilidad de uso percibida, por lo que el modelo propone la voluntariedad de uso como una variable moderadora, definida como el grado en que los

adoptantes potenciales perciben la decisión de aceptar la tecnología pero de forma libre o espontánea, ya que cuando el uso de la tecnología se realiza de forma obligatoria, la intención de uso se ve alterada.

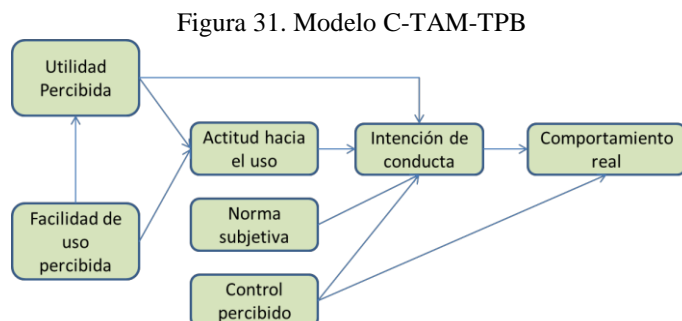
En el TAM 2 se trabaja el concepto de internalización para referirse al proceso mediante el cual un individuo percibe que un referente importante para él –como un compañero de trabajo– piensa que debería saber usar un sistema, y entonces el individuo en cuestión incorpora a sus creencias las del otro. En este concepto, el TAM 2 también hace una diferencia entre las percepciones que los usuarios tienen sobre la utilidad del uso de la tecnología en función de la obligatoriedad o la voluntariedad que establezca el contexto (Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín, 2015). La Figura 30 muestra el modelo TAM 2.



Fuente: Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín (2015).

5.3.7 Modelo C-TAM-TPB

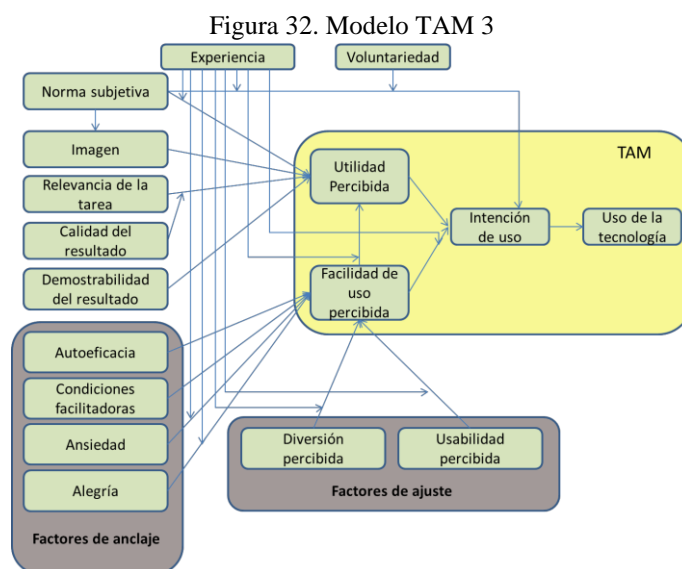
Es un modelo híbrido que combina el modelo TAM y el TPB. Su objetivo es integrar en el TAM los aspectos normativos o sociales y el control del comportamiento percibido de una forma sencilla. El modelo permite predecir mejor la intención de uso de un sistema. La Figura 31 muestra el modelo C-TAM-TPB.



Fuente: Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín (2015).

5.3.8 Modelo TAM 3

Se construye a partir del modelo TAM 2 incorporando, en este caso, los factores explicativos de la facilidad de uso percibida. Se distinguen dos tipos de factores: los factores de anclaje, que están asociados a cada individuo en función de su personalidad y que juegan su papel principalmente durante las primeras etapas del proceso de adopción; y los factores de ajuste, que van sustituyendo a los anteriores a medida que avanza el proceso de adopción. Adicionalmente, se introduce la experiencia en el uso del sistema como una variable moderadora entre la norma subjetiva y la intención conductual, entre la norma subjetiva y la utilidad percibida y entre los factores de ajuste y la facilidad de uso percibida. La Figura 32 muestra el modelo TAM 3.

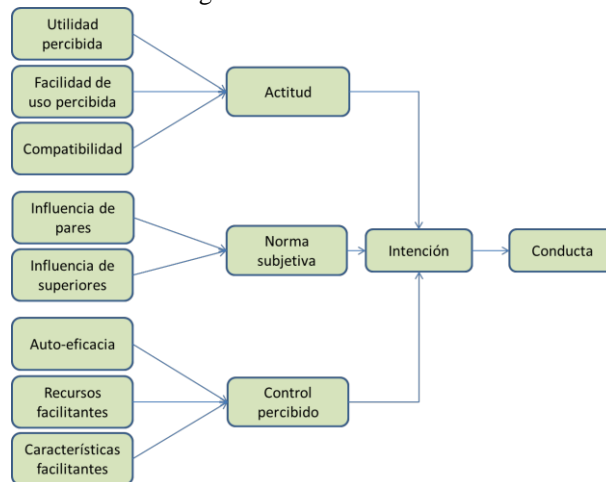


Fuente: Lai (2017).

5.3.9 Teoría descompuesta del comportamiento planeado (DTPB)

A diferencia del modelo TPB, el DTPB divide las componentes actitudinales, normativas y de control en constructos multidimensionales, lo que le otorga mayor capacidad explicativa en cuanto a la intención de conducta, permite conocer mejor la relación entre las componentes principales y sus antecedentes, y proporciona la oportunidad de incluir nuevos antecedentes específicos que sean convenientes o necesarios dependiendo de la tecnología bajo estudio. La DTPB descompone sus creencias principales (actitud, norma subjetiva y control del comportamiento) en constructos asociados a cada una de ellas a modo de antecedentes. La Figura 33 muestra el modelo DTPB.

Figura 33. Modelo DTPB



Fuente: Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín (2015).

5.3.10 Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT)

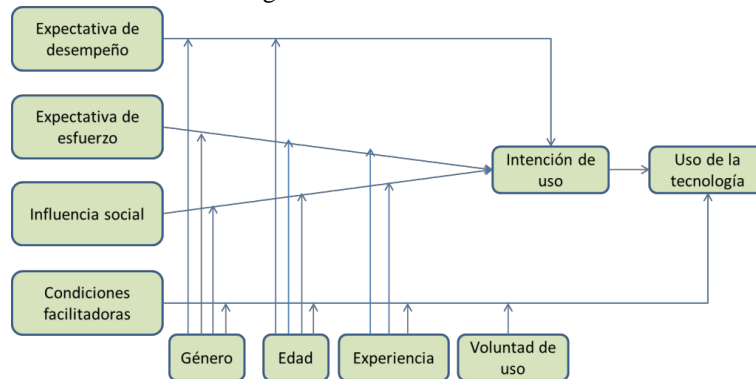
Este modelo surgió con el propósito de encontrar uno que fuera la síntesis de todos los anteriores y que permitiera superar las limitaciones de cada uno de ellos. Los modelos que se analizaron y sirvieron de base para formular esta teoría fueron los siguientes:

- La teoría de la difusión de la innovación (IDT)
- La teoría de la acción razonada (TRA)
- La teoría social cognitiva (SCT)
- La teoría del comportamiento planeado (TPB)
- El modelo de aceptación de la tecnología (TAM)
- El modelo motivacional (MM)
- El modelo híbrido combinado TAM y TPB (C-TAM-TPB)
- El modelo de utilización del pc (MPCU)

Para comprobar la validez de este modelo se llevó a cabo un estudio en cuatro organizaciones diferentes entre los individuos que iban a comenzar a utilizar una nueva tecnología en su puesto de trabajo. La medición se llevó a cabo en tres momentos diferentes: después de recibir formación sobre la tecnología, un mes después de la implementación y tres meses después de la implementación. El comportamiento respecto al uso real se midió durante un período seis meses después de recibir la formación.

También se estudiaron los efectos de algunas variables moderadoras cuya influencia en la intención de uso había sido identificada en estudios previos: experiencia, voluntariedad de uso, edad y sexo. La Figura 34 muestra el modelo UTAUT.

Figura 34. Modelo UTAUT



Fuente: Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín (2015).

5.4 Modelo TAM

Retomando el modelo TAM, es de resaltar que por muchos años, entre investigadores y profesionales, ha existido una gran preocupación acerca de asegurar la adopción exitosa de tecnologías; el modelo clave para lograr este objetivo ha sido el TAM, que es el más probado y validado de todos los modelos existentes (Cataldo, 2012).

Los resultados de estudios recientes muestran que el TAM es un modelo válido y robusto con una amplia aplicación bajo diversas condiciones: tipos de usuarios, tipos de uso o tipos de sistemas (De los Reyes Quiroz, Ballinas Martínez y Malfavón González, 2014).

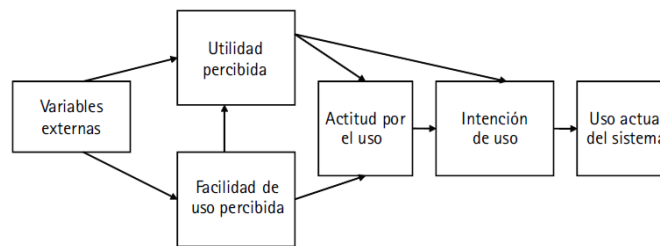
Amoako (2004) ha comprobado que a pesar de que existen otros modelos teóricos –la teoría de la acción razonada (TRA) y la teoría del comportamiento planificado (TPB)– que intentan explicar la relación entre las actitudes, las percepciones, las creencias y el uso eventual del sistema por parte de los usuarios, el TAM es el más utilizado por los investigadores de diferentes áreas del conocimiento.

El modelo TAM ha sido indiscutidamente el que más se ha probado y validado en diferentes contextos y estudios (De los Reyes Quiroz, Ballinas Martínez y Malfavón González, 2014) y ha confirmado su solidez y capacidad para predecir la adopción tecnológica en los usuarios; adicionalmente, y según las vigilancias tecnológicas realizadas, ha sido el modelo utilizado para este tipo de análisis en otros países. Por esta razón se utilizará en este trabajo para realizar las propuestas de adopción de las SG en Colombia.

El TAM es una teoría de los sistemas de información que modela cómo los usuarios llegan a aceptar y utilizar una tecnología. Este modelo sugiere que cuando a los usuarios se les presenta una nueva tecnología, una serie de factores influyen en su decisión sobre cómo y cuándo la van a utilizar, y propone que las percepciones de un individuo en cuanto a la utilidad y la facilidad de uso percibidas de un sistema de información son concluyentes para determinar su intención de usar un sistema (Cataldo, 2012).

El TAM predice la aceptación tecnológica basada en dos variables: la utilidad y la facilidad de uso percibida, que sirven de base para determinar las actitudes enfocadas al uso del sistema. La Figura 35 muestra el modelo.

Figura 35. Modelo TAM



Fuente: De los Reyes Quiroz, Ballinas Martínez y Malfavón González (2014).

Utilidad percibida (perceived usefulness, PU)

Se centra en la posibilidad que el sistema ofrece para facilitar a las personas un rendimiento aceptable y deseable que les permita conseguir recompensas; en otras palabras, faculta medir la productividad, por ejemplo, en el trabajo, específicamente en los aspectos relacionados con el uso de los sistemas de información (Fernández Morales, McAnally Salas y Vallejo Casarín, 2015).

La utilidad percibida se refiere al grado en que una persona cree que usando un sistema en particular mejorará su desempeño. Esta característica influye directamente en la actitud hacia el uso del sistema, e indirectamente influye en el comportamiento de la intención de uso. Incluso si una aplicación se percibe como útil, solo se utilizará si se percibe como fácil de usar, es decir, los beneficios del uso superan el esfuerzo de usar el sistema.

Facilidad de uso percibida (perceived ease of use, PEOU)

Se relaciona con el esfuerzo que una persona considera que debe realizar para usar un sistema de información, y se define como el grado en el que el usuario espera que el manejo de un determinado sistema conlleve la realización de menores esfuerzos. Los ítems utilizados tienen que ver con la flexibilidad, la facilidad de uso, el control y la sencillez que estima un experto con relación al uso de los sistemas.

Esta característica influye en la actitud hacia el uso del sistema. La PU y la PEOU influyen directamente en la actitud del usuario hacia el uso de la nueva tecnología, que, a su vez, conduce a la intención de uso del usuario. La PEOU influye en la utilidad percibida PU, y esta última también tiene un impacto directo en la intención de comportamiento.

La intención de uso del comportamiento conduce al uso real del sistema. Es más probable que los usuarios acepten la facilidad de uso percibida, y cuanto más compleja se perciba una tecnología más lenta será su tasa de adopción.

Aunque el TAM ayuda a conocer si una tecnología va a ser utilizada de manera óptima, es necesario identificar las variables externas que influyen de manera directa en la utilidad y la facilidad de uso percibidas por los usuarios. Igualmente, es necesarios determinar la relación que guardan estas variables con el resultado del uso de estas tecnologías considerando además que el uso óptimo de las SG es una necesidad, en razón de la

importancia que tienen como la evolución natural de los sistemas energéticos (Yong Varela, Rivas Tovar y Chaparro, 2015).

Por medio de esta influencia directa en la PU y la PEOU, las variables externas participan de forma indirecta en la actitud hacia el uso, la intención conductual para usar la tecnología y la conducta de uso real.

En la Tabla 2 se listan algunas variables externas del modelo TAM encontradas en la literatura

Tabla 2. Variables externas del modelo TAM

Accessibility	Anxiety	Attitude
Compatibility	Complexity	Result demonstrability
Perceived enjoyment	End user support	Experience
Facilitating conditions	Image	Job relevance
Managerial Support	Playfulness	Personal Innovativeness
Relative Advantage	Self-Efficacy	Social Influence, Subjective Norms and Social Pressure
Social Presence	Trialability	Usability
Visibility	Voluntariness	

Fuente: Yong Varela, Rivas Tovar y Chaparro (2015).

Al tener una incidencia directa sobre la PU y la PEOU, las variables externas serán analizadas como factores que pueden influir en que las personas adopten de manera directa las SG; al ser variables de entrada, según la revisión de la literatura, se pueden rastrear algunos elementos que podrían hacer que estas variables ya estén lo suficientemente analizadas para que se encuentren adaptadas al entorno en el cual el usuario decida participar activamente de las SG.

La Tabla 3 presenta un análisis de las variables externas de la SG y las estrategias para mejorarlas.

Tabla 3. Análisis de las variables externas de la SG y las estrategias para mejorarlas

	Variable externa	Definición	Estrategia de mejora
1	Voluntariedad	El grado en que el uso de la innovación se percibe como voluntaria.	Incentivar funciones como la de predeterminar el medidor inteligente (SM) por medio de una pantalla interactiva a un parámetro de control a la que pueda acceder el sistema (alta o baja automatización); el usuario siente que tiene control y voluntariedad de participar cuando quiera, a pesar de que es realmente la SG la que lo tiene. Cuando las SG se gestionan como voluntarias, existe mayor aceptación en el usuario al no sentir la presión del aprendizaje.
2	Ventaja relativa	El grado en que una innovación se percibe como mejor que su precursor.	Presentar (por múltiples medios) la SG como lo que es: la evolución del sistema de potencia tradicional, que incluye beneficios no solo para el usuario final, sino para todos los elementos que se gestionan en el sistema (medioambiente, sociedad, cultura, economía, etc.).

3	Compatibilidad	El grado en que una innovación se percibe como consistente con los valores existentes, las necesidades y las experiencias pasadas de los posibles adoptantes.	Presentar cómo la SG, antes de implementarla, se va a adaptar con los sistemas y electrodomésticos nuevos y antiguos. Una idea podría ser una campaña similar a la de la Televisión Digital Terrestre (TDT) en el país, en la que se informó cómo funcionarían los nuevos televisores; o qué se podría hacer con aquellos que no incorporan la tecnología, ya que cuanto mayor sea la compatibilidad de una tecnología novedosa con la tecnología actual, más pronto se aceptará.
4	Complejidad	El grado en que una innovación se percibe como difícil de usar.	Educación y presentar la SG como un concepto fácil de entender realizando analogías con otros sectores como el automotor, donde los vehículos tienen cada vez nuevas funciones, pero para el usuario son invisibles. El desarrollo de estas tecnologías debe centrarse en la facilidad y la simplicidad de la interfaz a través de visuales claras, configuraciones intuitivas y pasos simples, para establecer configuraciones predeterminadas, y, adicionalmente, que ayuden a entender las unidades por medio de analogías como el dinero, donde todos entienden su percepción y dimensión, a diferencia, por ejemplo, de los kW/h.
5	Observabilidad	El grado en que los resultados de una innovación son observables por otros.	Ser observado en la sociedad como un consumidor o una industria sostenible es bien visto. Se pueden implementar medidas como la de la gestión de la energía en la comunidad para presentar resultados o referidos que puedan ayudar a conseguir descuentos o ahorros adicionales, y así las buenas experiencias se compartan de voz a voz en la sociedad.
6	Triabilidad	El grado en que una innovación puede ser experimentada antes de su adopción.	<ul style="list-style-type: none"> • Una buena gestión serían los proyectos piloto y los simuladores de hogares inteligentes, en los que las personas puedan ir a probar la tecnología y a entusiasmarse antes de usarla, tal como sucede con las casas modelo para un proyecto de propiedad raíz, en el que, en maquetas, las personas pueden conocerlas de antemano. • Simuladores en 3D, en los que las personas puedan verse dentro de un hogar inteligente obteniendo todos los beneficios asociados. • Educación a través de juegos para cambiar la mentalidad y el comportamiento de las personas, que generan la experiencia de cómo enfrentar un problema.
7	Imagen	El grado en el que se percibe el uso de una innovación para mejorar su imagen o estado en el sistema social.	La tecnología de los vehículos eléctricos –componentes de las SG– se ha vuelto un asunto de moda y de buena imagen; el poseedor tiene la sensación de estar a la vanguardia, además de que cuida el medioambiente y es bien visto por la sociedad. Lo mismo sucede con las energías renovables, ya que, al ser elementos claves de las SG, pueden ayudar a que las personas que adquieran un SM y lo gestionen tengan esta misma apreciación y presenten una buena imagen a la sociedad.
8	Soporte al usuario final	Altos niveles de soporte que promueven creencias más favorables sobre el sistema entre los usuarios y el personal.	Los operadores de red, los fabricantes y el mercado, deben contar con excelente servicio al cliente para atender y solucionar dudas, romper mitos y gestionar las actividades del día a día. La telefonía o el servicio de internet tienen ejemplos de asistencia remota y solución de inconvenientes por teléfono. Pueden ser implementadas soluciones como la de telemedicina; en este caso sería un técnico, a través de un celular con cámara, el que pueda brindar asesoría y una explicación en tiempo real ante cualquier eventualidad.
9	Innovación personal	Un rasgo individual que refleja la voluntad de probar cualquier nueva tecnología.	Generar campañas para mostrar la SG identificando el tipo de personalidad de la población: los innovadores, los adoptantes tempranos, la mayoría temprana, la mayoría tardía y los rezagados; el modo en cómo se presente la información hará que las personas se sientan innovadoras y quieran replicar las soluciones en sus hogares. Se debe llegar de manera diferenciada al público, ya que algunas

			cuestiones pueden parecer muy simples para los innovadores, pero muy complejas para los rezagados.
10	Juego de computador	El grado de espontaneidad cognitiva en las interacciones con un dispositivo digital.	Impulsar estrategias persuasivas a través de juegos en línea o juegos en redes sociales para conocer y participar en la SG. Ejemplos como el eAware B, para impulsar una mayor sensibilización con la energía; o el EnergyLife, que utiliza sensores inalámbricos para convertir a los consumidores en jugadores activos, son buenas ideas.
11	Presencia social	El grado en que un medio (físico o digital) permite a los usuarios experimentar con los demás como si estuvieran psicológicamente presentes.	Desarrollar plataformas abiertas para concientizar a las personas en el uso de la energía y fomentar el consumo sostenible con las comunidades; crear una red social para que las personas, más que buscar amigos, compartan experiencias en la gestión de la energía, buenas prácticas, o, incluso el desarrollo de nuevos negocios. Aunque estén geográficamente alejadas, al estar interconectadas a través del medidor, se pueden crear aplicaciones, incluso por medio del celular, dispositivo al cual una gran cantidad de la población colombiana tiene acceso.
12	Visibilidad	El grado en que la innovación es visible en una organización o en la sociedad.	<ul style="list-style-type: none"> • En Colombia se ha implementado el etiquetado energético para los electrodomésticos, que ayuda a conocer su consumo, en el momento mismo de la compra, para que la elección no solo se base en el precio. Una idea similar se puede implementar en los hogares para que tengan un etiquetado que indique cuál es más verde, eso sí, con consentimiento del propietario. • Realizar campañas para que los medios de prensa muestren los beneficios y no solo los problemas.
13	Relevancia laboral	Las capacidades de un sistema para mejorar su desempeño y el rendimiento laboral individual.	Trabajar en el fortalecimiento de una cultura sostenible en los hogares para que las personas la implementen en sus lugares de trabajo. De manera involuntaria, las personas apagan la luz o cierran la llave del agua al salir de sus hogares, y el que no lo hace es mal visto por la sociedad. Una cultura de este tipo tiene grandes beneficios para las empresas, ya que a las personas, al tener un comportamiento de ahorro en el hogar y hacerlo de manera involuntaria, les sería más fácil desarrollar aplicaciones de gestión de la energía en sus lugares de trabajo.
14	Actitud al computador	El grado en el que a una persona le gusta o no le gusta el computador.	Los operadores de red deben trabajar para conocer a sus clientes y ayudarlos a encontrar un motivador para mejorar su actitud y perder el miedo a equipos como los SM; cada persona puede tener un motivador distinto: mayor protección a sus hijos, aprender algo nuevo, estar en contacto con la familia, encontrar nuevos productos o servicios o recibir algún tipo de recompensas por ejecutar bien una tarea.
15	Accesibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad física: medida en la que alguien tiene acceso físico al hardware necesario para usar el sistema. • Accesibilidad a la información: capacidad de recuperar la información deseada del sistema. 	El SM debe tener una pantalla que permita leer de manera ágil y fácil lo que el usuario quiere ver, y debe estar ubicado en un lugar adecuado; hoy muchas personas no saben dónde está su medidor tradicional, pero sí saben dónde está su celular o el televisor, debido a que saben cuál es su uso y los beneficios que representan; adicionalmente, deben sentir como suyo el medidor inteligente, no de propiedad de un tercero.

16	Demostrabilidad del resultado	El grado en que los resultados de adoptar/usar la innovación es observable y comunicable para otros.	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor utilización de proyectos pilotos para presentar los resultados de manera directa a la sociedad o, incluso, presentar los beneficios de otros territorios por medio de un referenciamiento. • Alternativas como YouPower, que cuenta con una solución de SG en forma de una aplicación móvil que puede conectar a los usuarios con amigos, familias y comunidades para aprender y tomar acciones energéticas con base en lo que ya han hecho sus amigos. y que sea observable para todos.
17	Apoyo del Gobierno	Comunicación por parte del Gobierno y soporte por medio de préstamos, incentivos, capacitación, etc.	Soluciones como el gobierno electrónico pueden tener gran auge para el desarrollo de las SG. Este consiste en la implementación y aplicación de herramientas como las TIC para generar conocimiento en los procesos internos de gobierno, así como la entrega de los productos y servicios del Estado tanto a los ciudadanos como a la industria. Al estar informado, el usuario puede tomar de manera ágil y asertiva una decisión de participación en la SG y generar así beneficios para la regulación, el Estado, el operador de red y, por supuesto, al usuario final.
18	Ansiedad informática	La aprensión de un individuo, incluso el miedo, cuando se enfrenta a la posibilidad de usar el computador.	<ul style="list-style-type: none"> • Es un fenómeno que sucede cuando las personas sienten miedo a manipular la tecnología. Una solución para los SM es que deben ser gestionables y robustos para que no se dañen o se desconfiguren fácilmente, ya que si esto pasa, causarán temor y generarán una mala imagen. • Si los efectos llegan a ser tan graves como el de la tecnofobia, la literatura recomienda técnicas de relajación y de exposición. La más usada, la desensibilización sistemática, utiliza ambas; con ella se aprenden diferentes habilidades de afrontamiento y se expone al miedo de forma sistemática y gradual, es decir, confronta el estímulo temido mientras aprende a controlar las reacciones físicas y mentales que son características de la fobia.
19	Disfrute percibido	Grado en que la actividad de usar un sistema se percibe como agradable.	Dar a conocer por diferentes medios el alto nivel de confort que se puede alcanzar con una SG con gestión de energía, electrodomésticos inteligentes y la automatización de las actividades. A largo plazo, representa menos, más simples tareas, que el usuario puede aprovechar para mejorar su calidad de vida.
20	Calidad del sistema (salida o información)	La percepción de qué tan bien el sistema realiza tareas que coinciden con los objetivos del trabajo.	<p>Trabajar en garantizar que no se presenten grandes incrementos en la tarifa, y que si lo hacen, el motivo debe quedar claro y explicado, y que no debe dejar la sensación de que el hecho de cambiar el SM fue la causa, ya que se generaría su rechazo, como ha sucedido en otros países.</p> <p>Generar en las personas expectativas realistas que sean cumplibles, ya que de no cumplir los objetivos de ahorro o hacer promesas falsas, se generarán malestar y descontento.</p>
21	Experiencia previa	Experiencia adquirida.	Los juegos y simuladores pueden ayudar a generar experiencia antes de la implementación. Una vez el sistema esté implementado, va a ser más fácil que se recuerde cómo es el manejo de determinado dispositivo. Se debe trabajar para que no exista mucha diversidad de dispositivos en términos de su interfaz y de su gestión, ya que si las personas deben aprender a manejar por ejemplo el SM desde cero cada vez que cambian de casa, será muy difícil garantizar experiencia previa que puede ayudar a mejorar la intención de uso del modelo TAM.

22	Resultados demostrables	Consecuencia o fruto de una determinada situación o de un proceso.	Desarrollar un canal de comunicación (mensajes de texto o medios impresos) que informe constantemente sobre las metas que se propone cada usuario y cómo las ha estado cumpliendo, e informar mes a mes lo alcanzado sobre lo prometido para generar una línea base, y, a partir de esta, mostrar si se están cumpliendo o no los compromisos. La idea es evitar que se pierda el interés, que puede ser muy alto al inicio, pero con el tiempo se va perdiendo.
23	Usabilidad	Medida de la calidad de la experiencia que tiene un usuario cuando interactúa con una innovación.	Enseñarles a las comunidades en diferentes zonas a crear valor agregado con las SG para que desarrollen procesos productivos para generar valor con la energía y las múltiples soluciones que se pueden desarrollar. Se puede correr el riesgo de que si no se ve la utilidad, se convierta en un simple sistema de monitoreo.
24	Ambiente competitivo	El sistema dinámico en el que la empresa o la persona compete.	Impulsar el desarrollo de metas y competencias de ahorro mensuales puede incentivar a que las personas participen activamente dentro de la SG; estas metas o competencias pueden estar centradas en la reducción del consumo de energía o en pro de mejorar la imagen en cuanto a reducción de emisiones de CO ₂ .
25	Brecha de implementación	Apertura o espacio vacío comprendido entre dos puntos de referencia para referirse a las diferencias que se presentan en un momento determinado.	La literatura y la vigilancia tecnológica realizada en este trabajo muestran muchos problemas relacionados con la aceptación del público a proyectos de redes y de medición inteligente, lo que valida la oportunidad de este análisis para apoyar un mejor despliegue en Colombia, y que las personas logren apropiarse de esa implementación para cerrar la brecha entre el despliegue, la aceptación y el uso de estas tecnologías.
26	Apoyo organizacional	Organización que ayuda a conseguir algo o que favorece el desarrollo de algo.	Impulsar el desarrollo y el fortalecimiento de organizaciones o gremios que velen por el interés del consumidor y defiendan sus derechos como agentes participativos de las SG.
27	Costo de acceso	Cantidad de dinero que cuesta el acceso a una innovación.	Evitar un incremento súbito de la factura que pueda asociarse a la implementación del SM. Una propuesta sería que el ahorro recibido en el tiempo ayude a amortizar el costo del SM para que no se vea reflejado en un aumento en la factura y facilite que un mayor número de personas pueda tener acceso a él sin que el costo se convierta en una barrera de entrada al servicio.
28	Comparabilidad	Permitir a los usuarios generales identificar y analizar las diferencias y similitudes con la información de la misma entidad y con la de otras entidades a lo largo del tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar estándares para que la información sea fácil de leer y comparable en el tiempo; si existen cambios de dispositivos, permitir que el interfaz sea muy similar –por ejemplo, a pesar de cubrir muchas marcas de teléfonos, el modo en que el software Android presenta la información es muy similar. • Desarrollar unidades que no necesariamente sean de kW/h, ya que muchas personas no están familiarizadas con ella. Pensar en una unidad gráfica que se ahorre o se agote según el uso, o un personaje que cuente sobre su estado de ánimo dependiendo del ahorro logrado. Esto hará más fácil comparar ahorros y medidas y no un ahorro en kW/h, que es más difícil de imaginar de manera tangible.
29	Conveniencia	Algo que se mantiene por ser útil.	Actualmente los niveles de preocupación por el tema ambiental son mayores; si los cambios en el consumo gestionados a través de la SG se presentan en forma de árboles equivalentes sembrados y en la reducción en toneladas de emisiones de CO ₂ , puede ser un factor que muestra la conveniencia de participar activamente adicional a la conveniencia económica.
30	Imagen / Interfaz	Capacidad de transformar las señales de un aparato en	Es importante mejorar la intuición de una interfaz de usuario de una SG. Ejemplos claros pueden ser Facebook o Google, que muestran los datos como si no lo fueran; es necesario que los datos de energía

		señales comprensibles por otro.	se vuelvan más amables y fáciles de usar para los usuarios de la red inteligente.
31	Estilo de los medios de comunicación	Herramientas e instrumentos utilizados en las sociedades para informar y comunicar de forma masiva a la población.	Los programas de SG en el mundo ya están usando muchos canales para atraer a sus clientes: comunicados de prensa, eventos de medios, comunicación cara a cara, correos electrónicos, boletines, informes públicos, sitios web, premios, llamadas telefónicas, líneas directas, mensajes de correo, publicidad televisiva, impresión de publicidad y redes sociales. Estas herramientas apoyan la tarea de lograr una mayor conciencia del cliente.
32	Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento. Cualquiera de los períodos en que se considera dividida la vida de una persona, o cualquiera de dichos períodos.	Las soluciones de SG categorizadas dependiendo de la edad. Si es un cliente joven, puede ser más fácil el uso de ciertas tecnologías, ya que desde temprana edad ha estado en contacto con ellas, mientras que para alguien mayor puede ser más difícil esta transición. Sin embargo, debido a los grandes beneficios potenciales, sacar un mayor partido de estas es uno de los sectores que más beneficios obtiene; entre ellos están los siguientes: superar los prejuicios, mejorar la calidad de vida, mantener y ampliar su red de relaciones y fortalecen su independencia.
33	Alfabetización informática	Conjunto de tareas e iniciativas que tienen como objetivo incluir en la sociedad del conocimiento los sectores marginados de la informática por razones económicas, sociales o culturales.	Las tareas para impulsar el acceso a energía en zonas no interconectadas al sistema interconectado nacional (ZNI) se pueden llevar a cabo de la mano con los planes de alfabetización informática del país, donde cada vez se hacen mayores avances para brindar acceso a internet de banda ancha. Los trabajos de manera conjunta en estas dos áreas van a garantizar que las SG en las ZNI tengan mayor probabilidad de éxito, pues ayuda a desarrollar energías autóctonas de cada región como la biomasa y la energía solar fotovoltaica, entre otras, fortaleciendo los proyectos y su sostenibilidad.
34	Motivación intrínseca	La que impulsa a hacer cosas por el simple gusto de hacerlas. La propia ejecución de la tarea es la recompensa.	Utilizar comunicaciones que enfatizan los beneficios sociales y ambientales de los proyectos que estimulan sentimientos positivos; a las personas les gusta verse a sí mismas, como “verdes”. Motivar haciendo que un cliente se sienta una VIP es una excelente manera para que se identifique con las SG mediante recompensas a los clientes participativos, con acceso a la información y ofertas exclusivas.
35	Afinidad cultural	Proximidad, analogía, semejanza, parecido o parentesco con una cultura.	Promover las recompensas comunitarias mediante la suscripción a servicios que les permita a las comunidades ganar puntos por sus comportamientos personales de gestión de la energía en el hogar; se puede impulsar, por ejemplo, en los colegios de manera presencial o virtual. La comunidad puede tener una página web de ahorro de energía que también podría vincularse a las redes sociales y mejorar la afinidad cultural de las personas.
36	Soporte transaccional	Asistencia que se brinda para que los clientes puedan hacer uso de los productos o servicios.	Adicional al servicio al cliente al final de la cadena, la plataforma debe contar con un soporte constante, debido al alto flujo de datos, energía y dinero que se estará transando por la red en tiempo real, para brindar ayuda en caso de errores o, incluso, robustez para evitar accesos no permitidos.
37	Riesgo percibido	Medida de la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa.	Desarrollar estrategias como cuestionarios a familiares y amigos, brindar garantía de calidad, presentar la seguridad que incluye el sistema, mejorar la imagen de la empresa prestadora, dar a conocer la opinión de otros consumidores, visitar directamente al cliente, ayudar en la búsqueda de información sobre la SG, etc., ya que a mayor comprensión de estas nuevas tecnologías, menor será la percepción de la complejidad y el riesgo de uso.

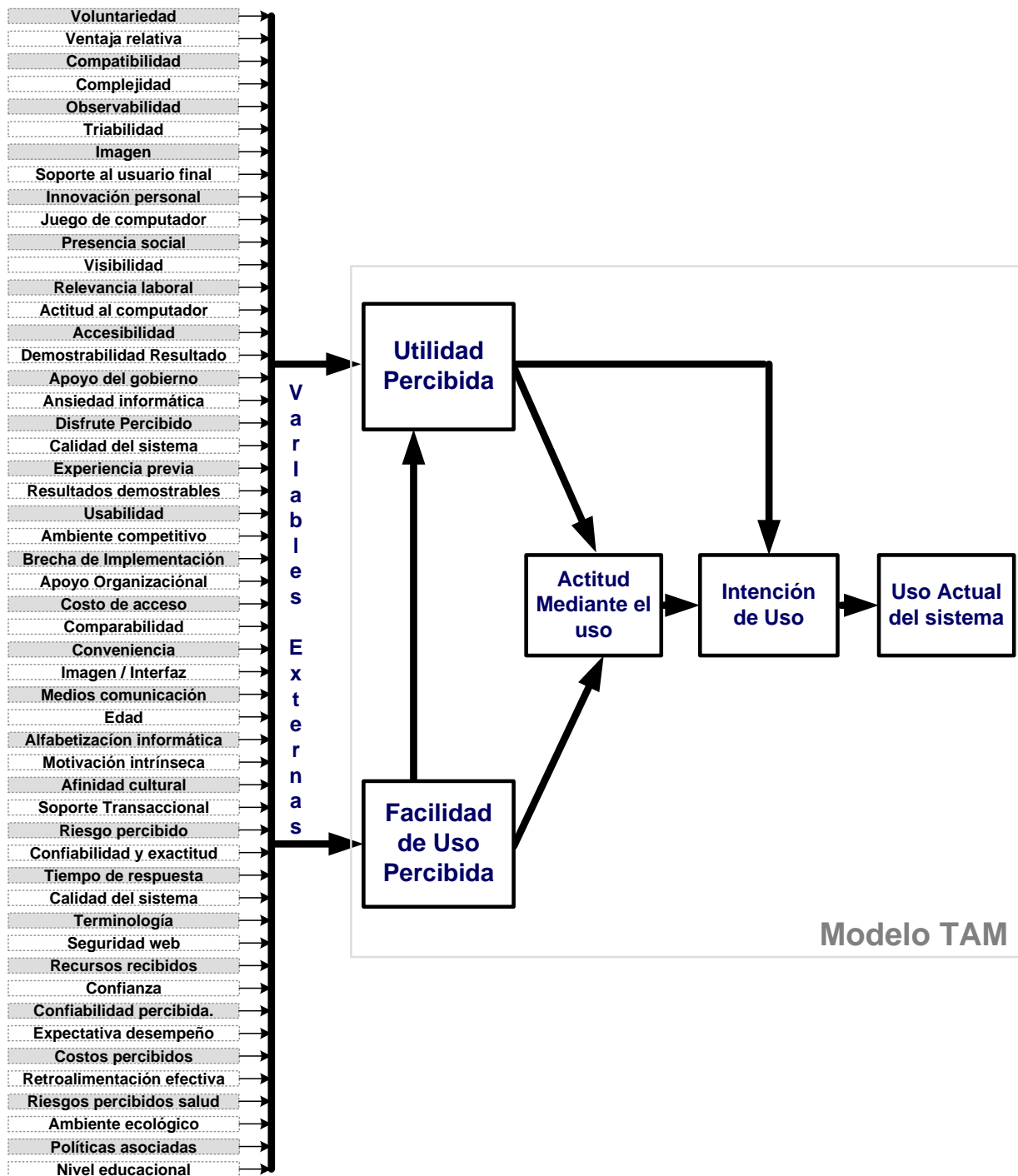
38	Confiabilidad y exactitud	El grado de precisión de una medida.	Evitar al máximo la tasa de errores y centrar la atención en disminuirla por medio de software avanzado para la medición y la gestión de los datos; un error en la facturación que genere un aumento en la factura es un elemento que lleva al fracaso de la aceptación de los proyectos de SG.
39	Tiempo de respuesta	Cantidad de tiempo que transcurre desde que se percibe algo hasta que se da una respuesta en consecuencia.	Las compañías del sector deben seguir fortaleciendo sus canales para reducir al máximo el tiempo de respuesta ante cualquier eventualidad; se debe fortalecer el establecimiento de niveles de prioridad en las incidencias (temas simples, temas avanzados y temas complejos) o, incluso, ofrecer opciones de autoatención como plantillas de correo, formularios web, chat en vivo, etc., para que el cliente sienta que es una prioridad y se valore su tiempo.
40	Calidad del sistema	Superioridad o excelencia de la innovación.	Las SG son la evolución de los sistemas energéticos convencionales y, por lo tanto, al ofrecer múltiples servicios de calidad y nuevas oportunidades de ahorro y modelos de negocio, deben ser presentadas como tal. Se deben fortalecer las opciones de comunicación para mostrar la calidad del sistema, ya que esta característica es un concepto natural incluido en las SG.
41	Terminología	Conjunto de términos o palabras propias utilizadas en una ciencia, técnica, o especialidad.	Un motivo de la comprensión limitada de la SG es que la terminología, como la respuesta a la demanda, la fijación dinámica de precios, etc., es difícil de entender para los consumidores. Las fuentes de información sobre la SG pueden ser variadas, ya que se trata de agencias gubernamentales, institutos de investigación, industrias relacionadas y grupos de consumidores, por lo que la terminología e información debe coordinarse para no causar confusión e incompreensión.
42	Seguridad web	Rama de la informática que se encarga de la seguridad de sitios web y sus aplicaciones.	Fortalecer los estándares y protocolos para la privacidad de la SG y la seguridad cibernética. Deben proporcionarse las reglas con respecto a la propiedad de los datos del consumidor, las limitaciones de acceso y los permisos de uso de los datos.
43	Recursos recibidos	Conjunto de bienes, riquezas o medios entregados a alguien.	<ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios comprometidos con la SG podrían ser recompensados por participar –por ejemplo con un pago– dependiendo del nivel de automatización que permitan en sus hogares. • Recompensar los clientes por la difusión de las SG. Las redes sociales desempeñan un papel importante; acciones como “Me gusta” o “Sigue” pueden ser recompensadas con ofertas exclusivas. Aspectos adicionales a lo económico por la compra o venta de energía.
44	Confianza	Esperanza firme que una persona tiene en que algo suceda, sea o funcione de una forma determinada.	Permitir a los usuarios practicar y adaptar libremente el proceso de conocimiento con los dispositivos de la SG genera autonomía que promueve y mejora la confianza para el cambio de comportamiento y que ellos mismos se hagan una imagen de la realidad sobre lo que esperan conseguir en el corto, mediano o largo plazo.
45	Confiabilidad de la energía percibida	Probabilidad de que un equipo o un sistema cumplan con su misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado.	La literatura demuestra que las personas valoran un sistema confiable y que quisieran mantenerlo en el tiempo; sin embargo, parecen no estar dispuestas a pagar por garantizar la confiabilidad. Se debe trabajar en concientizar que este factor requiere inversiones, pero la introducción mejoras no necesariamente impulsa que los costos de energía se incrementen, ya que las SG, por sus tecnologías y aplicaciones, pueden ayudar a mejorar constantemente este factor, siempre y cuando el usuario participe activamente.
46	Expectativa de desempeño	Indica que una acción se lleva a término o cumple una función concreta.	Se pueden aumentar las expectativas por medio de un sistema de seguridad de múltiples capas para proteger la privacidad del consumidor y la información personal. Adicionalmente, en relación con los ID de usuario, el sistema de seguridad debe requerir contraseñas e incluir un sistema de verificación. El funcionamiento

			del sistema de medición inteligente debe ser sencillo y fácil de entender, y se requiere la cooperación del sector de las telecomunicaciones para lograrlo.
47	Costos financieros percibidos	Se derivan de las necesidades de financiación de una empresa en lo que se refiere a las líneas de crédito y los fondos que han solicitado para garantizar la buena marcha del negocio.	<ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios deben conocer su doble rol como “prosumidores” (productores y consumidores de energía). Así como pagan, también tienen la posibilidad de ganar dinero extra; por lo tanto, igualmente deben ser informados de los beneficios financieros. • Deben conocer cómo será la financiación de las nuevas instalaciones, las líneas de crédito y el costo total, por ejemplo, del medidor para que no sientan que están destinados a pagar estos elementos para toda la vida en la factura de servicios públicos.
48	Retroalimentación efectiva	Método donde los resultados de una tarea son reintroducidos en el sistema para optimizar su comportamiento.	La facturación es la única interacción actual entre los proveedores de energía y los consumidores. Se requieren nuevas habilidades para interactuar con los consumidores en torno a retomar sus recomendaciones y promover aprendizajes. Se debe trabajar en diseñar los mensajes correctos y desarrollar las asociaciones de terceros adecuadas para inspirar la adopción.
49	Riesgos percibidos a la salud	Probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre o un agente vulnerador de la salud.	Para mitigar la ansiedad sobre el riesgo de las SG es importante reducir la preocupación por la radiación electromagnética de los SM, que se muestra como la percepción más fuerte de riesgo en su uso. El llamado al regulador es que debe verificar y confirmar que todos los SM cumplan con un estándar para la radiación. Es necesario informar al público que los dispositivos se someten a pruebas para certificar las exigencias normativas.
50	Ambiente ecológico percibido	Entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad e incluye los valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar.	A medida que aumenta el interés mundial por los efectos del cambio climático, el interés por la protección del medioambiente por parte de los consumidores también crece; a diferencia de lo que a menudo se supone, los beneficios individuales no son el único impulsor de la aceptación de la tecnología. Las consideraciones sociales y ambientales son impulsores de la aceptación de tecnologías que benefician principalmente al medioambiente y a la sociedad.
51	Políticas asociadas	Actividades orientadas en forma ideológica a la toma de decisiones para alcanzar objetivos de adopción de una innovación.	Los asuntos políticos y regulatorios son cambiantes, especialmente con las nuevas tecnologías; es importante dar a conocer qué se está haciendo y cómo la nueva normatividad impacta para bien o para mal al usuario, para que este no sienta que se está atentando contra sus intereses, o que por desconocimiento de esta dinámica piense que no se está haciendo nada.
52	Nivel educacional	Etapas de la formación destinada a desarrollar la capacidad intelectual, moral y afectiva de las personas según la cultura y las normas de la sociedad a la que pertenecen.	La formación y educación de los consumidores son claves para garantizar el éxito de los proyectos de SG y para ayudar a las empresas a prevenir el punto de la desilusión y acelerar notablemente la aceptación y el despliegue de las tecnologías por parte de los clientes. Muchos de los cambios se deben reflejar en las universidades para adaptar sus planes de estudio, a fin de que los ingenieros interactúen con una gran cantidad de dispositivos y metodologías y que sepan desempeñarse en el contexto de la sociedad a la que pertenecen.

Fuente: elaboración del autor.

Finalmente, la Figura 36 muestra un resumen de las diferentes variables externas identificadas y propuestas que pueden tener una incidencia para mejorar la aceptación de las SG por parte del usuario final en el Modelo TAM.

Figura 36. Variables externas para la SG que influyen el modelo TAM



Fuente: elaboración del autor.

6. Conclusiones y recomendaciones

La vigilancia tecnológica realizada sobre los problemas de adopción de las SG en el mundo, por parte del público, permitió observar que son muchos los inconvenientes encontrados porque no se considera al usuario final en toda la etapa de desarrollo de los proyectos, razón que se valida con la vigilancia tecnológica del segundo capítulo sobre las soluciones, ya que son muy pocas las que se logran encontrar en comparación con las múltiples dificultades.

El análisis de diferentes fuentes bibliográficas permitió validar que el modelo TAM es el más estudiado y más implementado para el análisis de adopción tecnológica, convirtiéndose en una importante herramienta con potencial para el estudio de estos factores en Colombia, donde ya se comienzan a realizar inversiones en SG, pero de manera desarticulada, con falta de estudios que tengan el propósito de mejorar la apropiación de estas tecnologías en las ciudades en el país.

Son muchas las variables externas y muchos los ejemplos de otros sectores que se pueden usar en el sector eléctrico, donde apenas se comienza a visualizar a las personas como el eslabón clave para integrar toda la cadena. En el caso colombiano, sectores como las telecomunicaciones, el bancario y la seguridad web han realizado grandes avances en el trabajo con el público, confirmando la importancia de realizar asociaciones con estos sectores para lograr a que las variables de entrada del modelo TAM estén muy adaptadas al usuario en cuestión y cuando se realicen los proyectos, o incluso se haga una encuesta antes de implementarlos, aumenten las probabilidades de éxito.

Colombia tiene la posibilidad de ver que ha funcionado en el mundo y que no, en relación con la aceptación del público de proyectos de SG, lo cual resalta la pertinencia e importancia de este trabajo para ayudar a obtener mayor rentabilidad de las inversiones de los operadores de red, del transmisor, de los generadores e incluso de los fabricantes de tecnologías y equipos, ya que si el usuario participa activamente se pueden obtener todos los beneficios asociados.

Como posibilidades de trabajo futuro se puede realizar una encuesta por medio del modelo TAM en diferentes regiones del país, para conocer las probabilidades de apropiación de estas tecnologías. Sería interesante conocer las variaciones de la encuesta antes y después de concientizarlos por medio de las herramientas y recomendaciones realizadas en este trabajo, para mejorar las variables externas del modelo y que los resultados se puedan desplegar en futuros desarrollos.

Teniendo presente que según lo observado, los aspectos culturales de cada región también condicionan los niveles de apropiación de la tecnología, en el futuro se podrían categorizar

las variables externas dependiendo del tipo de cultura en la cual se van a desarrollar los proyectos (la cultura de Antioquia es diferente a la de Bogotá o a la de la Costa por ejemplo) para establecer un paso a paso (una hoja de ruta) de cómo concientizar sobre la importancia de los proyectos SG, en los colegios, universidades, redes sociales, con plataformas de juegos, aplicaciones móviles, la radio, televisión, etc, para que aumenten las probabilidades de éxito y apoyar en el desarrollo de estas tecnologías que tienen mucho que aportar en la sostenibilidad energética del país.

7. Referencias

- Alabdulkarim, A. (2012). *Acceptance of privacy-sensitive infrastructure systems: A case of smart metering in the Netherlands* [ponencia]. Third International Engineering Systems Symposium Design and Governance in Engineering Systems. CESUN, MIT. Disponible en <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:9386481d-10ec-4469-9375-c29cd939afed?collection=research>
- AlAbdulkarim, L. y Lukszo, Z. (2011). *Impact of privacy concerns on consumers' acceptance of smart metering in the Netherlands* [ponencia]. 2011 IEEE International Conference on Networking, pp. 287-292. Disponible en <http://ezproxy.eafit.edu.co:2214/stamp/stamp.jsp?arnumber=5874919>
- Aldasoro Alustiza, J. C., Cantonnet Jordi, M. L. y Cilleruelo Carrasco, E. (2012). *Innovación permanente como requisito para la competitividad* [ponencia]. International Conference of Industrial Engineering. Disponible en http://www.adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2012/SP_04_Gestion_Innovacion_Tecnologica_y_Organizativa/1217-1222.pdf
- Amoako, K. (2004). An extension of the technology acceptance model in an ERP implementation environment. *Information & Management*, 41, 731-745, julio. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.08.010>
- Balta, N. (2013). Social barriers to the adoption of smart homes. *Energy Policy*, 63, 363-374, diciembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.043>
- Baratto Callejas, P. (2010). Implementación de un programa de respuesta de la demanda de energía eléctrica en un mercado de clientes no regulados en Colombia. *Revista Universidad Javeriana*, 6(6), 259-292. Disponible en <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revmaescom/article/download/7173/5705>
- Belanche, D., Casaló, L. V y Flavián, C. (2012). Integrating trust and personal values into the Technology Acceptance Model: The case of e-government services adoption. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa, CEDE*, 15(4), 192-204, octubre-diciembre. Disponible en <http://www.elsevier.es/es-revista-cuadernos-economia-direccion-empresa-cede-324-articulo-integrating-trust-personal-values-into-S1138575812000345>
- Beltrán, A., Rodríguez Orejuela, A. y Restrepo Rivillas, C. A., comp. (2016). *Encuentro Internacional de investigadores en administración* [memorias]. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. Disponible en https://administracion.uexternado.edu.co/encuentroInvestigacion/plantillas/Memorias_Encuentro_Investigacion_2011.pdf
- Bolderdijk, J. W. *et al.* (2012). Comparing the effectiveness of monetary versus moral motives in environmental campaigning. *Nature Climate Change*, 3, 413-416. Doi: [10.1038/nclimate1767](https://doi.org/10.1038/nclimate1767)

- Brito Viñas, C., Hernández Pérez, G. y Álvarez González, A. (1998). Gestión tecnológica y desarrollo sostenible y solidario en los países latinoamericanos: experiencia cubana. *Espacios*, 19(2), s. p. Disponible en <http://www.revistaespacios.com/a98v19n02/40981902.html>
- Broman Toft, M., Schuitema, G. y Thøgersen, J. (2014). Responsible technology acceptance: Model development and application to consumer acceptance of smart grid technology. *Applied Energy*, 134(1), 392-400, diciembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.08.048>
- Buchanan, K., Banks, N., Preston, I. y Russo, R. (2016). The British public's perception of the UK smart metering initiative: Threats and opportunities. *Energy Policy*, 91, 87-97, abril. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.003>
- Campbell, R. (2016). *China and the United States – A comparison of green energy programs and policies*. Washington, D. C.: Congressional Research Service. Disponible en <http://fas.org/sgp/crs/row/R41287.pdf>
- Carreño, G. y Huepe Minoletti, C. (2013). *Redes inteligentes: oportunidades de desarrollo y estrategia de implementación en Chile*. Madrid: Eclareon. Disponible en https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2016/10/201310-Redes-inteligentes_oportunidades-de-desarrollo-y-estrategia-de-implementaci%C3%B3n-en-Chile.pdf
- Castellanos Domínguez, Ó. F. et al. (2008). *Retos y nuevos enfoques en la gestión de la tecnología y del conocimiento*. Bogotá: Universidad Nacional. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/2080/1/Retos2.pdf>
- Cataldo, A. (2012). Limitaciones y oportunidades del Modelo de Aceptación Tecnológica, TAM [ponencia]. Conferencia Infonor, África, 12 de enero. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/266851907_Limitaciones_y_oportunidades_del_Modelo_de_Aceptacion_Tecnologica_TAM
- Chou, J-S. et al. (2015). Cross-country review of smart grid adoption in residential buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, 192-213, agosto. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.055>
- Codensa (s. f.). *Medición inteligente* [en línea]. Disponible en <https://www.codensa.com.co/medidor-de-energia-inteligente>
- Colombia, Colciencias (2005). *75 maneras de generar conocimiento en Colombia*. Zully David Hoyos, coord. Bogotá: ITEMS Ltda. Disponible en <http://186.113.12.136/bitstream/11146/205/1/2%20%20.75ManerasGenerarConocimiento%20%202.pdf>
- Colombia, Unidad de Planeación Minera Energética, UPME (s. f.). *Estudio: smart grids Colombia, Visión 2030 – Mapa de ruta para la implementación de redes inteligentes en Colombia* [en línea]. Bogotá: UPME. Disponible en <http://www1.upme.gov.co/Paginas/Smart-Grids-Colombia-Visi%C3%B3n-2030.aspx>
- Consumer Utilities Advocacy Centre, CUAC (2011). *Review of the Victorian AMI Program* [en línea]. Cuac.org.au. Disponible en

- <https://www.cuac.org.au/advocacy/submissions/98-review-of-the-advanced-metering-infrastructure-program-issues-paper-for-public-consultation/file>
- De los Reyes Quiroz, F., Ballinas Martínez, M. G. y Malfavón González, R. J. (2014). Aceptación tecnológica: un estudio de los factores de percepción. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 1, 1-18, enero-junio. Disponible en <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/viewFile/120/167>
- Devine-Wright, P. (2014). Reconsidering public acceptance of renewable energy technologies: A critical review. *University of Manchester Newsletter*, s. d. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.568.6388&rep=rep1&type=pdf>
- Döbelt, S., Jung, M., Busch, M. y Tscheligi, M. (2015). Consumers' privacy concerns and implications for a privacy preserving smart grid architecture – Results of an Austrian study. *Energy Research & Social Science*, 9, 137-145, septiembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.08.022>
- Düşteğör, D., Sultana, N. y Felemban, N. (2015). *Public acceptance of renewable energy and smart-grid in Saudi Arabia* [ponencia]. 8th IEEE GCC Conference and Exhibition. Disponible en <http://ezproxy.eafit.edu.co:2214/stamp/stamp.jsp?arnumber=7060018&tag=1>
- Echarri, A y Pendás, Á. (2008). *La transferencia de tecnología: aplicación práctica y jurídica*. Barcelona: FC Editorial.
- Edwards, W. K. y Grinter, R. E. (2014). *At home with ubiquitous computing: Seven challenges* [ponencia]. 3rd International Conference on Ubiquitous Computing, Atlanta, 30 de septiembre - 2 de octubre, pp. 256-272. Disponible en <https://www.cs.cmu.edu/~jasonh/courses/ubicomp-sp2007/papers/18-EdwardsGrinter01.pdf>
- Ellabban, O. y Abu-Rub, H. (2016). Smart grid customers' acceptance and engagement: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 1285-1298, noviembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.021>
- Endesa Educa (2014). *Smart Grids* [en línea]. Endeseduca.com. Disponible en http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/smart-city/smart-grid
- Ernst & Young (2012). *The rise of smart customers. How consumer power will change the global power and utilities business* [en línea]. Disponible en http://www.cire.pl/pliki/1/The_rise_of_smart_customers_What_the_sector_thinks.pdf
- Escorsa Castells, P. y Valls Pasola, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Eseonu, C. y Cotilla Sánchez, E. (2014). *Social acceptance: Threats to effective smart grid deployment and power systems resilience* [ponencia]. IEEE Conference on Technologies for Sustainability, pp. 77-81. Disponible en <http://ezproxy.eafit.edu.co:2214/stamp/stamp.jsp?arnumber=7046222&tag=1>

- Fernández Cardador, P. (2015). *Análisis de los factores de influencia en la adopción de herramientas colaborativas basadas en software social. Aplicación a entornos empresariales* [tesis de doctorado]. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Disponible en http://oa.upm.es/38119/1/PEDRO_FERNANDEZ_CARDADOR.pdf
- Fernández Morales, K., McAnally Salas, L. y Vallejo Casarín, A. (2015). Apropiación tecnológica: una visión desde los modelos y las teorías que la explican. *Perspectiva Educativa*, 54(2), s. p. Disponible en <http://www.perspectivaeducacional.cl/index.php/peducacional/article/view/331>
- Foss Ballo, I. (2015). Imagining energy futures: Sociotechnical imaginaries of the future smart grid in Norway. *Energy Research & Social Science*, 9, 9-20, septiembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.08.015>
- Free Patents Online (s. f.). Sitio web <http://www.freepatentsonline.com/>
- Gangale, F., Mengolini, A. y Onyeji, I. (2013). Consumer engagement: An insight from smart grid projects in Europe. *Energy Policy*, 60, 621-628, septiembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.031>
- General Electric (2016). *GE Newsroom* [en línea]. Disponible en <http://www.genewscenter.com/Press-Releases/National-Survey-Americans-Feel-a-Smart-Grid-Will-Help-Reduce-Power-Outages-Personal-Energy-Usage-26c9.aspx>>
- Gobierno de Navarra (2008). *La gestión de la innovación en 8 pasos* [en línea]. Disponible en http://www.fundacionede.org/gestioninfo/docs/contenidos/_8pasosinnovacion_.pdf
- Godet, M., Durance, P. y Mousli, M. (2008). *Creatividad e innovación en los territorios* [en línea], trad. Esperanza Meléndez Escobar. Adminisitracion.uexternado.edu.co. Disponible en <https://administracion.uexternado.edu.co/matdi/clap/Creatividad%20e%20innovacion.pdf>
- Google News (s. f.). Sitio web <https://news.google.com/news/?ned=us&gl=US&hl=en>
- Google Patents (s. f.). Sitio web <https://patents.google.com/>
- Google Trends (s. f.). Sitio web <https://trends.google.es/trends/>
- Goulden, M. *et al.* (2014). Smart grids, smart users? The role of the user in demand side management. *Energy Research & Social Science*, 2, 21-29, junio. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13698575.2014.911821>.
- Guo, P., Li, V. O. K. y Lam, J. C. K. (2017). Smart demand response in China: Challenges and drivers. *Energy Policy*, 107, 1-10, agosto. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.04.019>
- Herold, R. (2011). Ensuring smart grid social acceptance by securing data privacy. *GridTalk*, s. d. Disponible en <http://www2.alcatel-lucent.com/blogs/gridgetalk/issue-1/ensuring-smart-grid-social-acceptance-by-securing-data-privacy/>>
- Herold, R. y Hertzog, C. (2015). *Data privacy for the smart grid*. Boca Ratón: CRC Press. Disponible en http://www.ittoday.info/Excerpts/Smart_Grid_Privacy.pdf

- Herranz Pascual, K., Díez Gaspon, I., García Quincoces, E. y González Bordagaray, A. (2016). *Impacto social de las smart grids; una experiencia de cómo aumentar la colaboración de los usuarios en la mejora de las redes inteligentes* [ponencia]. III Congreso Smart Grids, Madrid, UPM. Disponible en <https://www.smartgridsinfo.es/comunicaciones/comunicacion-impacto-social-smart-grids-experiencia-aumentar-colaboracion-usuarios-mejora-redes-inteligentes>
- Huang, Y. (2017). *YouPower: An open source platform for community-oriented smart grid user engagement* [ponencia]. IEEE 14th Conference on Networking, pp. 1-6. Disponible en <http://ezproxy.eafit.edu.co:2214/stamp/stamp.jsp?arnumber=8000058>
- Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE (s. f.). Sitio web <https://www.ieee.org/index.html>
- International Energy Agency, IEA (2016). *World Energy Outlook 2016* [en línea]. IEA.org. Disponible en https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2016_ExecutiveSummary_Spanishversion.pdf
- Joyanes Aguilar, L. (2013). *Big Data: Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*. México: Alfaomega.
- Kiong, L. W. y Logenthiran. T. (2016). *Developing a strategical smart grid game and creating smart grid awareness through games* [ponencia]. 2016 IEEE Conference on Innovative Smart Grid Technologies. Doi: 10.1109/ISGT-Asia.2016.7796378
- Knez, I. (2016). Is climate change a moral issue? Effects of egoism and altruism on pro-environmental behavior. *Current Urban Studies*, 4(2), 221-279, junio. Doi: 10.4236/cus.2016.42012
- Koontz, H., Weihrich, H. y Cannice, M. (1998). *Administración: una perspectiva global y empresarial* (14.^a ed.). México: McGraw-Hill. Disponible en <http://biblioteca.soymercadologo.com/wp-content/uploads/2016/05/Administraci%C3%B3n-14ed-Harold-Koontz-Weihrich-y-Cannice.pdf>
- Lai. P. C. (2017). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 14(1), s. p. Disponible en <http://www.jistem.fea.usp.br/index.php/jistem/article/view/10.4301%25S1807-17752017000100002/643>
- Lindly, O. J., Nario-Redmond, M. R. y Noel, J. G. (2014). Creatively re-defining fat: Identification predicts strategic responses to stigma, ingroup attitudes, and well-being. *Fat Studies: An Interdisciplinary Journal of Body Weight and Society*, 3(2), 179-195, mayo. Doi: <https://doi.org/10.1080/21604851.2014.865968>
- Livgard, E. F. (2012). *Peoples' attitudes to DSOs, new transmission lines and smart metering* [ponencia]. CIRED 2012 Workshop on Integration of Renewables into the Distribution Grid. Disponible en <http://ezproxy.eafit.edu.co:2214/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6302351&tag=1>

- Mah, D. N., Vleuten, J. M. van der, Hills, P. y Tao, J. D. (2012). Consumer perceptions of smart grid development: Results of a Hong Kong survey and policy implications. *Energy Policy*, 49, 204-216, octubre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.05.055>
- Martínez, A., comp. (2012). *Tipos de consumidores por adopción de un producto* [en línea]. Digignos.com. Disponible en <http://digignos.com/images/doc/01T0051.pdf>
- Michaels, L. y Parag, Y. (2016). Motivations and barriers to integrating ‘prosuming’ services into the future decentralized electricity grid: Findings from Israel. *Energy Research & Social Science*, 21, 70-83, noviembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.06.023>
- Moreno Muñoz, A., Bellido Outeirino, F. J., Siano, P. y Gómez Nieto, M. A. (2016). Mobile social media for smart grids customer engagement: Emerging trends and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1611-1616, enero. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.077>
- Nieto Antolín, M. (2003). Características dinámicas del proceso de innovación tecnológica de la empresa. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 9(3), 111-128. Disponible en <http://redaadem.org/articulos/iedee/v09/093111.pdf>
- Ochoa Ávila, M. B., Valdés Soa, M. y Quevedo Aballe, Y. (2007). Innovación, tecnología y gestión tecnológica. *Acimed*, 16(4), s. p. Disponible en http://eprints.rclis.org/10618/1/08-Innovaci%C3%B3n_tecnolog%C3%ADa_y_gesti%C3%B3n_tecnol%C3%B3gica.pdf
- Ortega Ruiz, P. (2013). Educar es responder a la pregunta del otro. *Boletín Virtual REDIFE*, 824, s. p., junio. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4752613>
- Park, C.-K., Kim, H.-J. y Kim, Y.-S. (2014). A study of factors enhancing smart grid consumer engagement. *Energy Policy*, 72, 211-218, septiembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.017>
- Pastorino, M. I. et al. (2005). *Vigilancia tecnológica: un complemento en la gestión del conocimiento organizacional* [en línea]. San Miguel de Tucumán: Universidad Tecnológica Nacional. Disponible en http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/COB30_TC.pdf
- Peters, D., Axsen, J. y Mallett, A. (2018). The role of environmental framing in socio-political acceptance of smart grid: The case of British Columbia, Canada. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(part 2), 1939-1951, febrero. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.020>
- Pullins, S. (2010). *West Virginia smart grid implementation plan – Roadmap framework* [ponencia]. Smartgrid.gov. GridWeek 2010, Washington, D. C., 18 de octubre. Disponible en https://www.smartgrid.gov/files/10182010_gw_wv_sgip.pdf
- Raimi, K. T. y Carrico, A. M. (2016). Understanding and beliefs about smart energy technology. *Energy Research & Social Science*, 12, 68-74, febrero. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.018>

- Restrepo González, G. (2015). El concepto y alcance de la gestión tecnológica. Universidad de Antioquia, *Revista Facultad de Ingeniería*. Disponible en <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/325929/20783236>
- Rogers, E. R. (1962). *Diffusion of innovations* (3.^a ed.). Nueva York: The Free Press. Disponible en <https://teddykw2.files.wordpress.com/2012/07/everett-m-rogers-diffusion-of-innovations.pdf>
- Rogers, s. n. (1992). *Innovation adoption curve* [en línea]. 12 Manage, The Executive Fast Track. 12manage.com. Disponible en https://www.12manage.com/methods_rogers_innovation_adoption_curve.html
- Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67, enero. Doi: <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Schweyer, A., Newman, E. y DeVries, P. (2009). *Talent management technologies: A buyer's guide to new, innovative solutions*. S. l.: Human Capital Institute, the Newman Group y Future Step.
- ScienceDirect (s. f.). Sitio web <https://www.sciencedirect.com/>
- Skjølsvold, T. M. (2014). Back to the futures: Retrospecting the prospects of smart grid technology. *Futures*, 63, 26-36, noviembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.08.001>
- SmartGrid Consumer Collaborative, SGCC (2015). *Consumer pulse and market segmentation study – Wave 5* [en línea]. Smartenergycc.org. Disponible en <http://smartenergycc.org/wp-content/uploads/2015/04/SGCCs-Wave-5-Consumer-Pulse-and-Market-Segmentation-Study-Executive-Summary.pdf>
- Spiesova, D. y Maga, D. (2016). *Socio-political view of smart grid implementation – A survey* [ponencia]. 17th International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE). Disponible en <http://ezproxy.eafit.edu.co:2214/stamp/stamp.jsp?arnumber=7521724&tag=1>
- Tapias García, H. (2000). Gestión tecnológica y desarrollo tecnológico. Universidad de Antioquia, *Revista Facultad de Ingeniería*, 21, s. p. Disponible en http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/6211/1/TapiasHeberto_2000_GestionTecnologicaDesarrollo.pdf
- Torres Brugés, W., Acuña Mendoza, D. y Palmezano Córdoba, Y. A. (2014). Guía de gestión tecnológica en las universidades. *Dictamen Libre*, 14/15, 1-6. Disponible en <http://www.unilibrebaq.edu.co/ojsinvestigacion/index.php/dictamenlibre/article/view/524>
- UPGRID (s. f.). Sitio web <http://upgrid.eu/>
- Utility Dive (2016). *2015 utility residential customer education survey* [en línea]. Utilitydive.com. Disponible en <https://www.utilitydive.com/library/survey-results-2015-utility-residential-customer-education-survey-results/>

- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*, 33(1), 155-165. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/viewFile/538/589>
- Vásquez Cordano, A. L. (2017). *Aspectos económicos de la implementación de redes inteligentes (smart grids) en el sector eléctrico peruano*. Lima: Osinergmin. Disponible en http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Documentos_de_Trabajo/Documento-Trabajo-38.pdf
- Wolsink, M. (2005). Wind power implementation: The nature of public attitudes: Equity and fairness instead of 'backyard motives'. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 11(6), 1188-1207, agosto. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032105001255>
- Wolsink, M. (2012). The research agenda on social acceptance of distributed generation in smart grids: Renewable as common pool resources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 822-835, enero. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.09.006>
- Wüstenhagen, R., Wolsink, M. y Bürer, M. J. (2007). Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy*, 35(5), 2683-2691, mayo. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.001>
- Xenias, D. et al. (2015). UK smart grid development: An expert assessment of the benefits, pitfalls and functions. *Renewable Energy*, 81, 89-102, septiembre. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.03.016>
- Yong Varela, L., Rivas Tovar, L. A. y Chaparro, J. (2015). Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC. *Innovar*, 20(36), 187-203. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/29202>
- Zanden, G.-J., van der (2011). *The smart grid in Europe: The impact of consumer engagement on the value of the European smart grid*. IIEEE Theses n.º 33. Disponible en <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=2169492&fileId=2169501>
- Zúñiga Mojica, G. F. (2015). *Referentes del programa de Administración de Empresas en instituciones representativas en Europa, Canadá y Estados Unidos* [en línea]. Bogotá: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Repositorio.uptc.edu.co. Disponible en <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1452>